

PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

This is to certify that the annexed is a true copy of the following
application as filed with this Office.

#2
Priority
L. Hickson
4-1702

Date of Application: December 13, 2001

Application Number: Patent Application No. 2001-379971

Applicant(s): Fuji Electric Co., Ltd.

January 11, 2002

Commissioner,

Japan Patent Office Kozo OIKAWA

Certificate No. 2001-3113264

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出願年月日
Date of Application: 2001年12月13日

出願番号
Application Number: 特願2001-379971

[ST.10/C]: [JP2001-379971]

出願人
Applicant(s): 富士電機株式会社

2002年 1月11日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

及川耕造

出証番号 出証特2001-3113264

1583.66255
312.360.0080

JIC971 U.S. PTO

10/083188



【書類名】 特許願

【整理番号】 01P01314

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 H02K 41/02

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県川崎市川崎区田辺新田 1 番 1 号 富士電機株式会社
社内

【氏名】 鳥羽 章夫

【特許出願人】

【識別番号】 000005234

【氏名又は名称】 富士電機株式会社

【代理人】

【識別番号】 100091281

【弁理士】

【氏名又は名称】 森田 雄一

【電話番号】 03-3234-8177

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 特願2001- 55271

【出願日】 平成13年 2月28日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 044303

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9006576

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 リニアアクチュエータ

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

レール状の磁性体の端部にコイルを巻回してなる固定子と、

前記固定子のレール部に対向配置され、前記レール部に沿って相対的に移動可能であると共に磁性体を含む可動子と、を備え、

前記コイルに電流を通流して前記レール部の可動子対向部分に集中的に磁束を発生させることにより可動子の電磁的推進力を得ることを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項 2】

磁性体からなり、かつ互いにほぼ平行に配置された複数の片の長手方向端部にコイルが集中的に巻回され、このコイルに電流を通流することにより前記複数の片の長手方向に沿って周期的な磁気的変化を生じる第 1 の部材と、

前記第 1 の部材にほぼ一定距離を隔てて対向配置され、かつ前記複数の片の長手方向に沿って N 極、S 極の磁極が配置された第 2 の部材と、を備え、

第 1 の部材の複数の片の第 2 の部材との対向面における磁気的変化の分布を互いに異ならせることにより、第 2 の部材を第 1 の部材の長手方向に沿って相対的に移動させることを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項 3】

レール状で長手方向に等間隔 T にて並ぶ複数の突起を有する磁性体からなる固定子片 2 つを、互いに平行に配置し、両固定子片の一端を磁性体からなるブリッジによって磁気的に結合すると共に、両固定子片の突起を互いに逆極性に磁化するコイルを前記ブリッジに巻回して 1 つの固定子片対を形成し、

この固定子片対 K (K は 2 以上の整数) 個を、互いに平行に配置して構成した固定子と、

各固定子片の突起にほぼ一定距離を隔てて対向すると共に、磁性体からなるコアと、このコアの前記固定子片に対向する部位に形成されて前記固定子片の長手方向に沿って配置される磁極と、から構成され、前記磁極が 1 つ以上の N 極及び

S 極からなり、かつ、前記 N 極及び S 極の何れかに前記突起と正対する磁極があるときに、当該磁極に隣接する他極性の磁極の固定子片対向面の全部または一部が突起相互間の溝部に対向するように配置されている可動子片を、各固定子片対に対向する 2 つについてコア部を磁氣的に結合して 1 つの可動子片対を形成し、

この可動子片対 K 個を一体化して構成した可動子と、

を備え、

前記 K 個の固定子片対と、各固定子片対に対向する前記 K 個の可動子片対とからなる K 個の組それぞれにおいて、

固定子片とこれに対向する可動子片からなる 2 つの組について、固定子の突起と可動子の磁極との位置関係が、固定子の長手方向について互いに $T/2$ だけずれるように配置され、

かつ、固定子片対と可動子片対との K 個の組について、固定子側の突起と可動子側の磁極との位置関係が、固定子の長手方向に沿って順次等間隔ずつずれるように配置されており、

前記各固定子片対のコイルに電流を時系列的に順次通流することにより、固定子の長手方向に沿った推力を可動子に発生させることを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項 4】

請求項 3 記載のリニアアクチュエータにおいて、

固定子は、各固定子片対を構成する 2 つの固定子片の突起同士が対向するように形成され、

可動子は、コアの表裏に各可動子片を配置した可動子片対を備え、

前記可動子を 2 つの固定子片の相互間に配置したことを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項 5】

レール状で長手方向に等間隔 T にて並ぶ複数の突起を有する磁性体からなる固定子片 M (M は 3 以上の整数) 個を、互いに平行に配置し、各固定子片の一端を磁氣的に結合すると共に、各固定子片の突起を磁化するコイルをそれぞれ備えてなる固定子と、

各固定子片の突起にほぼ一定距離を隔てて対向すると共に、磁性体からなるコアと、このコアの前記固定子片に対向する部位に形成されて前記固定子片の長手方向に沿って配置される磁極と、から構成され、前記磁極が1つ以上のN極及びS極からなり、かつ、前記N極及びS極の何れかに前記突起と正対する磁極があるときに、当該磁極に隣接する他極性の磁極の固定子片対向面の全部または一部が突起相互間の溝部に対向するように配置されている可動子片M個を備えると共に、各可動子片のコアを磁氣的に結合してなる可動子と、

を備え、

前記固定子片とこれに対向する可動子片とからなるM個の組において、固定子片の突起と可動子片の磁極との位置関係が、固定子の長手方向に沿って順次等間隔ずつずれるように配置されており、

前記各固定子片のコイルに電流を時系列的に順次通流することにより、固定子の長手方向に沿った推力を可動子に発生させることを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項6】

請求項3～5の何れか1項に記載したリニアアクチュエータにおいて、

可動子片を、強磁性体からなるコアに磁極としての永久磁石を密着接合して構成したことを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項7】

請求項3～6の何れか1項に記載したリニアアクチュエータにおいて、

各固定子片を磁気結合するブリッジ及びコイルを、各固定子片の他端にも設けたことを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項8】

請求項3～7の何れか1項に記載したリニアアクチュエータにおいて、

固定子片の突起間のスロットにセンサコイルを巻回し、このセンサコイル上を可動子が通過するとセンサコイルのインダクタンスが変化することを利用して、可動子の絶対位置を検出することを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項9】

請求項8に記載したリニアアクチュエータにおいて、

前記センサコイルを、固定子のブリッジに巻回された可動子駆動用コイルの一部により構成したことを特徴とするリニアアクチュエータ。

【請求項10】

請求項3～9の何れか1項に記載したリニアアクチュエータにおいて、
固定子片を積層鋼板によって構成したことを特徴とするリニアアクチュエータ

【請求項11】

請求項3～10の何れか1項に記載したリニアアクチュエータにおいて、
固定子片を磁氣的に結合するブリッジを積層鋼板によって構成したことを特徴とするリニアアクチュエータ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、第1の部材の第2の部材との対向面における磁氣的变化の分布をずらして第2の部材の磁極に磁力を作用させることにより、第1の部材と第2の部材とを相対的かつ直線的に移動させるようにしたリニアアクチュエータに関する。

【0002】

【従来の技術】

図17は第1の従来技術を示すもので、固定コイル型3相リニアアクチュエータと呼ばれているものである。

図17において、可動子60と固定子70とは平均的に一定距離を介して対向しており、可動子60は図示されていない支持具（いわゆるリニアガイド）に沿って移動可能である。

【0003】

可動子60は、コア61と多数の磁極62とから構成されており、これらの磁極62はS極、N極が交互に着磁されて固定子70の突起73との対向面に配置されている。なお、可動子の構造は、固定子70の突起73の配列方向に沿ってN極、S極が交互に配置されていれば、図示例に限定されない。

【 0 0 0 4 】

一方、固定子 7 0 は、バックヨーク 7 1 により結合された主極 7 2 が並び、主極 7 2 の上端部にはそれぞれ突起 7 3 が設けられている。また、各主極 7 2 を取り巻くようにコイル 7 4 が集中的に巻回されており、これらのコイル 7 4 は主極間のスロットに配置されている。なお、主極 7 2、突起 7 3、コイル 7 4 から成る部分は各相ごとに設けられ、U 相、V 相、W 相のコイル 7 4 が順番に配置されている。

【 0 0 0 5 】

その動作を説明すると、例えば、図 1 7 において固定子 7 0 の U 相コイルに U 相突起が N 極となるように電流を流せば、この U 相突起に可動子 6 0 の磁極 6 2 の S 極が吸引される。次に U 相コイルの電流をゼロとして W 相コイルに W 相突起が S 極となるように電流を流せば、W 相突起に磁極 6 2 の N 極が吸引される力が発生し、可動子 6 0 は水平方向に直線移動する。

このような動作を U、V、W 相について連続的に繰り返すことによって可動子 6 0 には図の x 方向に沿った連続的な推力が発生し、リニアアクチュエータとして動作する。

【 0 0 0 6 】

次に、図 1 8 は第 2 の従来技術を示しており、可動コイル型 3 相リニアアクチュエータまたはハイブリッド型リニアパルスモータと呼ばれている。

図 1 8 において、レール状の固定子 9 0 はバックヨーク 9 1 上に等間隔で並ぶ突起 9 2 を 2 列備えており、各列の突起 9 2 は側面から見た位置が互いに完全にずれている。

【 0 0 0 7 】

上記突起の上面から平均的に一定距離を介して可動子 8 0 が対向しており、この可動子 8 0 の固定子 9 0 との対向面にも突起 8 3 が設けられている。これらの突起 8 3 は 3 本の主極 8 2 の先端部にあり、各主極 8 2 はバックヨーク 8 1 によって結合されている。また、バックヨーク 8 1 及び主極 8 2 はそれぞれ形状の等しい 2 つの部位からなっており、これら 2 つの部位はバックヨーク 8 1 の部分で両者に密着する磁石 8 5 を介して連結され、各部位の突起 8 3 は固定子 9 0 側の

2列の突起92にそれぞれ対向している。磁石85の着磁方向は、この磁石85が連結されているバックヨーク81の側面に直交する方向である。

なお、3本の主極82には、U、V、W相のコイル84がそれぞれ巻回されている。

【0008】

上述した第2の従来技術は一般に良く知られており、その動作原理は、例えば「図解・リニアサーボモータとシステム設計」（白木・宮尾共著、総合電子出版）、p.115～118に記載されているため、ここでは説明を省略する。

【0009】

更に、第3の従来技術として固定コイル型2相リニアアクチュエータと呼ばれるものがある。このアクチュエータは、例えば特許第1495069号「リニアパルスモータ」により公知となっており、固定子に永久磁石を取り付けて可動子の推力を増強している。

また、この従来技術は、可動子の可動方向に沿った長さが、同方向に沿った固定子の長さに対して同程度以上であることや、可動距離が比較的短いと共に位置決め用途向きの小型アクチュエータであることが特徴となっている。

【0010】

上述した各従来技術では、可動子に取り付けた位置検出器（例えばリニアエンコーダ）によって得られる可動子の位置情報に基づいて固定子または可動子のコイルへ電流を通流することにより、可動子位置を一層正確に制御することができる。

また、電流をパルスの的に切り替えるのではなく、例えば多相正弦波交流のような連続的な波形とすることにより、可動子の推力を平滑化することが可能であると共に、第1または第2の従来技術では、相数は3に限られず2以上の任意の整数とすることも可能である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】

上記のように、リニアアクチュエータとしては種々のものが提供されているが、各従来技術にはそれぞれ次のような問題がある。

まず、第1の従来技術では、固定子70の全体にコイル74を配置しなければならない一方、推力発生に寄与するのは可動子60が対向している部位だけである。このため、固定子70が長くなるに従ってコイル74の量が増大し、しかもその内の大部分は推力発生に寄与していない。よって、コスト高、重量増加を招くほか、コイル74の数だけ冷却や放熱のための機構を設けなくてはならないといった問題がある。

【0012】

第2の従来技術では、可動子80のコイル84に電流を流すためのケーブルを設ける必要があるため、配線等の点で機構が複雑になる。また、比較的小型な可動子にて電流通流による損失が発生するため放熱が難しく、冷却構造が複雑化、大型化するといった問題がある。

【0013】

更に、第3の従来技術では、コイルを固定子側に集中的に設置できるというメリットがあるものの、可動子長が固定子長よりも長いため、可動範囲が長い用途に向かない。また、相数を推力平滑化に有利な3以上とすることができないという問題もある。

【0014】

【課題を解決するための手段】

そこで本発明は、可動範囲を長くできると共に、冷却構造の簡素化やコストの低減が可能なりニアアクチュエータを提供しようとするものである。

【0015】

上記課題を解決するため、本発明の基本的な構成としては、請求項1に記載するように、

レール状の磁性体の端部にコイルを巻回してなる固定子と、

前記固定子のレール部に対向配置され、前記レール部に沿って相対的に移動可能であると共に磁性体を含む可動子と、を備え、

前記コイルに電流を通流して前記レール部の可動子対向部分に集中的に磁束を発生させることにより可動子の電磁的推進力を得るものである。

【0016】

上述した本発明は、以下のように具体化される。

すなわち、請求項 2 記載の発明は、

磁性体からなり、かつ互いにほぼ平行に配置された複数の片の長手方向端部にコイルが集中的に巻回され、このコイルに電流を通流することにより前記複数の片の長手方向に沿って周期的な磁気的変化を生じる第 1 の部材（例えば固定子）と、

前記第 1 の部材にほぼ一定距離を隔てて対向配置され、かつ前記複数の片の長手方向に沿って N 極、S 極の磁極が配置された第 2 の部材（例えば可動子）と、を備え、

第 1 の部材の複数の片の第 2 の部材との対向面における磁気的変化の分布を互いに異ならせることにより、第 2 の部材を第 1 の部材の長手方向に沿って相対的に移動させるものである。

【 0 0 1 7 】

上記請求項 2 記載の発明は、以下の請求項 3 ～ 1 1 記載の発明により一層具体化される。

すなわち、請求項 3 記載の発明は、

レール状で長手方向に等間隔 T にて並ぶ複数の突起を有する磁性体からなる固定子片 2 つを、互いに平行に配置し、両固定子片の一端を磁性体からなるブリッジによって磁気的に結合すると共に、両固定子片の突起を互いに逆極性に磁化するコイルを前記ブリッジに巻回して 1 つの固定子片対を形成し、

この固定子片対 K （ K は 2 以上の整数）個を、互いに平行に配置して構成した固定子と、

各固定子片の突起にほぼ一定距離を隔てて対向すると共に、磁性体からなるコアと、このコアの前記固定子片に対向する部位に形成されて前記固定子片の長手方向に沿って配置される磁極と、から構成され、前記磁極が 1 つ以上の N 極及び S 極からなり、かつ、前記 N 極及び S 極の何れかに前記突起と正対する磁極があるときに、当該磁極に隣接する他極性の磁極の固定子片対向面の全部または一部が突起相互間の溝部に対向するように配置されている可動子片を、各固定子片対に対向する 2 つについてコア部を磁気的に結合して 1 つの可動子片対を形成し、

この可動子片対K個を一体化して構成した可動子と、

を備え、

前記K個の固定子片対と、各固定子片対に対向する前記K個の可動子片対とからなるK個の組それぞれにおいて、

固定子片とこれに対向する可動子片からなる2つの組について、固定子の突起と可動子の磁極との位置関係が、固定子の長手方向について互いに $T/2$ だけずれるように配置され、

かつ、固定子片対と可動子片対とのK個の組について、固定子側の突起と可動子側の磁極との位置関係が、固定子の長手方向に沿って順次等間隔ずつずれるように配置されており、

前記各固定子片対のコイルに電流を時系列的に順次通流することにより、固定子の長手方向に沿った推力を可動子に発生させるものである。

【0018】

請求項4記載の発明は、請求項3記載のリニアアクチュエータにおいて、

固定子は、各固定子片対を構成する2つの固定子片の突起同士が対向するように形成され、

可動子は、コアの表裏に各可動子片を配置した可動子片対を備え、

前記可動子を2つの固定子片の相互間に配置したものである。

【0019】

請求項5記載の発明は、レール状で長手方向に等間隔 T にて並ぶ複数の突起を有する磁性体からなる固定子片 M (M は3以上の整数) 個を、互いに平行に配置し、各固定子片の一端を磁氣的に結合すると共に、各固定子片の突起を磁化するコイルをそれぞれ備えてなる固定子と、

各固定子片の突起にほぼ一定距離を隔てて対向すると共に、磁性体からなるコアと、このコアの前記固定子片に対向する部位に形成されて前記固定子片の長手方向に沿って配置される磁極と、から構成され、前記磁極が1つ以上のN極及びS極からなり、かつ、前記N極及びS極の何れかに前記突起と正対する磁極があるときに、当該磁極に隣接する他極性の磁極の固定子片対向面の全部または一部が突起相互間の溝部に対向するように配置されている可動子片 M 個を備えると共

に、各可動子片のコアを磁氣的に結合してなる可動子と、
を備え、

前記固定子片とこれに対向する可動子片とからなるM個の組において、固定子片の突起と可動子片の磁極との位置関係が、固定子の長手方向に沿って順次等間隔ずつずれるように配置されており、

前記各固定子片のコイルに電流を時系列的に順次通流することにより、固定子の長手方向に沿った推力を可動子に発生させるものである。

【 0 0 2 0 】

請求項 6 記載の発明は、

請求項 3 ～ 5 の何れか 1 項に記載したリニアアクチュエータにおいて、

可動子片を、強磁性体からなるコアに磁極としての永久磁石を密着接合して構成したものである。

【 0 0 2 1 】

請求項 7 記載の発明は、

請求項 3 ～ 6 の何れか 1 項に記載したリニアアクチュエータにおいて、

各固定子片を磁気結合するブリッジ及びコイルを、各固定子片の他端にも設けたものである。

【 0 0 2 2 】

請求項 8 記載の発明は、

請求項 3 ～ 7 の何れか 1 項に記載したリニアアクチュエータにおいて、

固定子片の突起間のスロットにセンサコイルを巻回し、このセンサコイル上を可動子が通過するとセンサコイルのインダクタンスが変化することを利用して、可動子の絶対位置を検出するものである。

【 0 0 2 3 】

請求項 9 記載の発明は、

請求項 8 に記載したリニアアクチュエータにおいて、

前記センサコイルを、固定子のブリッジに巻回された可動子駆動用コイルの一部により構成したものである。

【 0 0 2 4 】

請求項 1 0 記載の発明は、

請求項 3 ～ 9 の何れか 1 項に記載したリニアアクチュエータにおいて、
固定子片を積層鋼板によって構成したものである。

【 0 0 2 5 】

請求項 1 1 記載の発明は、

請求項 3 ～ 1 0 の何れか 1 項に記載したリニアアクチュエータにおいて、
固定子片を磁氣的に結合するブリッジを積層鋼板によって構成したものである。

【 0 0 2 6 】

【発明の実施の形態】

以下、図に沿って本発明の実施形態を説明する。なお、本発明の請求項 1 及び
請求項 2 に記載した発明は各実施形態を包括した発明に相当し、これらの発明は
請求項 3 以下の発明によって具体化されるものである。

【 0 0 2 7 】

まず、図 1 (a) は請求項 3 に記載した発明にかかる第 1 実施形態を示す斜視
図、図 1 (b) は主要部の説明図であり、この実施形態は 2 相集中コイル型リニ
アアクチュエータに関するものである。

図 1 において、可動子 1 は、 2 つの可動子片 10A1, 10A2 を強磁性体からなるブ
リッジ 10A0 によって磁氣的に結合してなる A 相可動子片対 10A と、同一構造の B
相可動子片対 10B とを、図の x 方向に沿って平行に配置し、両可動子片対 10A, 10
B をスペーサ 11 によって一体的に連結することにより構成されている。

【 0 0 2 8 】

両可動子片対 10A, 10B は同一構造であるため、以下では B 相可動子片対 10B を
例に挙げてその構造を詳述する。

まず、B 相可動子片対 10B において、一方の可動子片 10B1 は、磁性体からなる
コア 101 の下表面に、外側が N 極となる磁極 102N と S 極になる磁極 102S とが交互
に等間隔 P で配置されており、他方の可動子片 10B2 は、同じくコア 101 の下表面
に、前記可動子片 10B1 の磁極 102N, 磁極 102S に相対する位置の磁極が逆極性とな
るように磁極 102S, 102N が配置されて構成されている。言い換えれば、可動子片

10B1の磁極102Nのy方向の延長線上に、可動子片10B2の磁極102Sが存在する関係にある。

これらの可動子片10B1、10B2は、x方向に沿って平行になるように、双方のコア101の間に介在するブリッジ10B0によって磁氣的に結合されている。

【 0 0 2 9 】

また、固定子2は、A相固定子片対20AとB相固定子片対20Bとがx方向に沿って平行になるように配置されている。

A相固定子片対20Aは、ほぼ同一構造の磁性体からなるレール状の2つの固定子片20A1、20A2をx方向に沿って平行に配置するとともに、これらの固定子片20A1、20A2の端部に一体的に形成された強磁性体のブリッジ20A3によって固定子片20A1、20A2が磁氣的に結合されている。また、ブリッジ20A3の中央部には、両固定子片20A1、20A2を異なる極性に磁化するためのコイル20A0が巻回されている。

【 0 0 3 0 】

固定子片20A1、20A2において、対応する可動子片10A1、10A2の下表面に並ぶ磁極のx方向全長よりも長い範囲にわたり、図1(b)に示す如く複数の突起201が等間隔 T ($P/2 < T < 2P$: なお、 P は前述の如く可動子1の磁極間隔であり、この実施形態では $T = P$) で形成されている。そして、これらの突起201は、固定子片20A1、20A2双方のx方向に沿った同一の位置で揃っている。つまり、固定子片20A1の突起201のy方向延長線上に固定子片20A2の突起201が存在する関係にある。

【 0 0 3 1 】

B相固定子片対20Bもほぼ同様の構成であるが、固定子片20B1、20B2における突起201の位置が全体的に、A相固定子片対20Aの固定子片20A1、20A2における突起201の位置に対してx方向に $1/4$ ピッチ (隣り合う突起201の相互の間隔 T を1ピッチとする) ずれている。

すなわち、A相固定子片対20Aの固定子片20A1、20A2とB相固定子片対20Bの固定子片20B1、20B2との間で突起201がずれている距離を、固定子片対の数 (これを K (K は2以上の整数) とすると、本実施形態では $K = 2$) 及び上記間隔 T を用いて表すと、 $T/(2K)$ となる。

【 0 0 3 2 】

上記説明から明らかなように、この実施形態では、一つの可動子片対に対して一つの固定子片対が存在し、可動子 1 の磁極面と固定子 2 の突起面とが平均的に一定距離を隔てて対向しており、可動子 1 は x 方向に移動可能である。可動子 1 を移動させるためのガイド機構は、固定子 2 の長手方向に沿ったレール上を移動可能な支持台（図示せず）に可動子 1 を取り付けることによって実現される。

【 0 0 3 3 】

このリニアアクチュエータの駆動方法を以下に説明する。

本実施形態では、A、B 各相のコイル 20A0、20B0 の端子に図 2（a）に示すような電圧パルス v_A 、 v_B を印加することにより、可動子 1 に x 方向への連続的な推力が発生し、リニアアクチュエータとして動作する。

この連続的な推力発生を、図 3 の概念図によって説明する。図 3 は、固定子 2 及び可動子 1 の各相各片の断面図を、x 方向位置を揃えて縦方向に列挙したものである。なお、コイル 20A0、20B0 の励磁状態を明示するためにコイル部分の模式図を併記してあるが、この部分の配置方向の表示は可動子部分の表示とは異なっている。

【 0 0 3 4 】

さて、可動子 1（A 相可動子片 10A1、10A2 及び B 相可動子片 10B1、10B2）と固定子 2（A 相固定子片 20A1、20A2 及び B 相固定子片 20B1、20B2）との位置関係が図 3（a）の状態において A 相コイル 20A0 に電流 i_A を通流すると、A 相固定子片 20A1、20A2 の突起と A 相可動子片 10A1、10A2 の磁極とが揃おうとする力が働き、これが可動子 1 を動かす推力となって可動子 1 は図 3（b）に示す位置に移動する。

【 0 0 3 5 】

なお、図 3（a）では B 相固定子片 20B1、20B2 の突起と B 相可動子片 10B1、10B2 の磁極とが揃った位置にあり、A 相固定子片 20A1、20A2 の突起と A 相可動子片 10A1、10A2 の磁極とが 1/4 ピッチずれている。また、図 3（b）では A 相固定子片 20A1、20A2 の突起と A 相可動子片 10A1、10A2 の磁極とが揃った位置にあり、B 相固定子片 20B1、20B2 の突起と B 相可動子片 10B1、10B2 の磁極とが 1/4 ピッチずれている。

ずれている。

【 0 0 3 6 】

図 3 (b) の状態から B 相コイル 20B0 に電流 i_B を通流すると、今度は B 相固定子片 20B1, 20B2 の突起と B 相可動子片 10B1, 10B2 の磁極とが揃おうとするため、推力が発生して可動子 1 が図 3 (c) に示す位置に移動する。この位置では、(a) と同様に、B 相固定子片 20B1, 20B2 の突起と B 相可動子片 10B1, 10B2 の磁極とが揃っており、A 相固定子片 20A1, 20A2 の突起と A 相可動子片 10A1, 10A2 の磁極とが $1/4$ ピッチずれている。

【 0 0 3 7 】

図 3 (c) の状態で、A 相コイル 20A0 に (a) の場合とは逆方向に電流 i_A を通流すると、同様な作用で可動子 1 が (d) の位置に移動する。図 3 (d) では、(b) と同様に A 相固定子片 20A1, 20A2 の突起と A 相可動子片 10A1, 10A2 の磁極とが揃い、B 相固定子片 20B1, 20B2 の突起と B 相可動子片 10B1, 10B2 の磁極とが $1/4$ ピッチずれている。

この状態で B 相コイル 20B0 に (b) の場合とは逆極性の電流 i_B を通流すれば、可動子 1 と固定子 2 との位置関係が (a) から丁度、突起 1 ピッチ分進んだ状態に戻る。

従って、(a) ~ (d) の操作を繰り返して固定子 2 における磁気的変化の分布を互いに異ならせる (各固定子片対の間で突起から交互に磁束を発生させる) ことにより、可動子 1 は矢印方向の推力によって連続的に移動することになる。

【 0 0 3 8 】

上記 (a) ~ (d) の過程でコイル 20A0, 20B0 に通流される電流 i_A , i_B は、図 2 (a) に示した電圧パルス v_A , v_B を印加することにより実現されるが、両コイル 20A0, 20B0 の電流 (または電圧) を、図 2 (b) に示すような連続的で位相の異なる波形、例えば正弦波とすることにより、推力の平滑化を図ることも可能である。

【 0 0 3 9 】

図 1 では、可動子 1 の磁極位置を y 方向に沿って揃え、かつ、固定子片対 20A, 20B においては 2 つの固定子片 20A1, 20A2 及び 20B1, 20B2 における突起が互い

に逆極性になるようにし、2つの固定子片対20A, 20Bの突起位置をx方向に沿って互いに1/4ピッチずらす構成となっている。

しかしながら、基本的には、可動子を移動させたときの可動子磁極に起因するA, B 2相のコイル誘起電圧が位相差を持った交流波形となれば、どのような構成としても良い。

【0040】

例えば、①すべての固定子片20A1, 20A2, 20B1, 20B2の突起位置をy方向に沿って揃え（すなわち、x方向に沿ったピッチのずれを持たせない）、2つの可動子片対10A, 10Bの磁極位置をx方向に沿って互いに1/4ピッチずらす、②すべての可動子片10A1, 10A2, 10B1, 10B2のx方向に沿った磁極位置及び極性を揃え、各固定子片対20A, 20Bの2つの固定子片20A1, 20A2及び20B1, 20B2の突起位置を互いに1/2ピッチずらし（固定子片20A1の突起位置と固定子片20A2の突起位置とを互いに1/2ピッチずらし、かつ、固定子片20B1の突起位置と固定子片20B2の突起位置とを互いに1/2ピッチずらす）、更に、2つの固定子片対20A, 20B同士を互いに1/4ピッチずらす等、様々な構成が可能である。

【0041】

ここで、図4は、上記の点（固定子片対の突起位置と可動子片対の磁極位置とが相対的にずれていればよいこと）を説明するための概念図である。

すなわち本発明では、K個の固定子片対と、各固定子片対に対向するK個の可動子片対とからなるK個の組それぞれにおいて、固定子片とこれに対向する可動子片とからなる2つの組について、固定子の突起と可動子の磁極との位置関係が、固定子の長手方向（x方向）について互いに $T/2$ だけずれるように配置され、かつ、固定子片対と可動子片対とのK個の組について、固定子側の突起と可動子側の磁極との位置関係が、固定の長手方向に沿って順次等間隔（ $T/2K$ ）ずつずれるように配置されていればよい。

従って、図1に示したようにK（図1では $K=2$ ）個の可動子片対の磁極位置をy方向に沿って揃え、かつ、K個の固定子片対の突起位置をx方向に沿って順次ずらすばかりでなく、K個の固定子片対の突起位置をy方向に沿って揃え、かつ、K個の可動子片対の磁極位置をx方向に沿って順次ずらして配置しても良い。

【 0 0 4 2 】

次に、図 5、図 6 を参照しつつ本発明の第 2 実施形態を説明する。この実施形態は請求項 3 の発明の他の実施形態に相当する。

図 5 は主要部の斜視図であり、図 1 のリニアアクチュエータを 3 相構成にしたものである。なお、1X は可動子、10U、10V、10W はそれぞれ U、V、W 相可動子片対、22X は固定子、20U、20V、20W はそれぞれ U、V、W 相固定子片対、20U0、20V0、20W0 はそれぞれ U、V、W 相コイルを示す。

【 0 0 4 3 】

U、V、W 相可動子片対 10U、10V、10W の個々の構成は、図 1 における A、B 相可動子片対 10A、10B と同一である。また、各相固定子片対 20U、20V、20W については、これらの相互間で突起のずれが x 方向に沿って互いに $1/3$ ピッチ（隣り合う突起相互の間隔を 1 ピッチとする）である点を除けば、ブリッジやコイル等の構造に関して図 1 の A、B 相固定子片対 20A、20B と基本的に同一である。

ここでは、各固定子片対 20U、20V、20W の間で突起 201 が順次ずれている距離は、固定子片対の数（すなわち $K = 3$ ）及び間隔 T を用いて表すと、 T/K 、つまり $T/3$ となる。

【 0 0 4 4 】

本実施形態において、図 6 (a) に示すような電圧パルス v_U 、 v_V 、 v_W を U、V、W 相コイル 20U0、20V0、20W0 にそれぞれ印加することにより、図 1 と同様な原理で可動子 1X に推力が発生する。なお、各相コイル 20U0、20V0、20W0 の一端を共通接続し、3 相 3 線に電圧供給を行う場合には、各相電圧の和がゼロとなるため、電圧波形は図 6 (b) のようになる。

また、図 6 (c) に示すように、各相の電流（あるいは電圧）を連続的で位相差のある波形（図では、平衡 3 相正弦波）とすることによって、推力の平滑化が可能である。

なお、本発明のリニアアクチュエータは、2 相構成や 3 相構成ばかりでなく、単相を除く任意の相数にて構成可能である。

この実施形態においても、固定子片対の突起位置をすべて揃え、可動子片対の

磁極位置を順次ずらしてもよい。

【 0 0 4 5 】

次いで、図 7 は本発明の第 3 実施形態を示すもので、請求項 4 に記載した発明の実施形態に対応する。

図 7 は主要部の斜視図であり、基本的には図 5 と同様に 3 相構成になっている。図 7 において、1Y は可動子、10UY, 10VY, 10WY はそれぞれ U, V, W 相可動子片対、2Y は固定子、20UY, 20VY, 20WY はそれぞれ U, V, W 相固定子片対、20UY0, 20VY0, 20WY0 はそれぞれ U, V, W 相コイルを示す。

また、煩雑になるのを避けるために、図 7 では可動子 1Y の W 相可動子片対 10WY のみについて可動子片 10WY1, 10WY2 の符号を付し、固定子 2Y の W 相固定子片対 20WY のみについて固定子片 20WY1, 20WY2 の符号を付してあるが、他の U 相、V 相の可動子片対、固定子片対についても W 相と同様の構造となっている。

【 0 0 4 6 】

可動子 1Y において、例えば W 相可動子片対 10WY では下側の可動子片 10WY1 と上側の可動子片 10WY2 とで磁極の配列が逆になっている（U, V 相可動子片対についても同様）と共に、各可動子片対 10UY, 10VY, 10WY の下側の可動子片同士、上側の可動子片同士の磁極配置はそれぞれ同一である。

また、固定子 2Y において、例えば W 相固定子片対 20WY では対向する固定子片 20WY1, 20WY2 の突起の配列にピッチのずれがなく（U, V 相固定子片対についても同様）、各固定子片対の間では、突起が x 方向に沿って互いに 1 / 3 ピッチずれている。

【 0 0 4 7 】

本実施形態では、各相固定子片対 20UY, 20VY, 20WY により形成される側面ほぼコ字型の空間に可動子 1Y を配置し、その可動子片対 10UY, 10VY, 10WY の磁極を固定子片対 20UY, 20VY, 20WY 側の突起に対向させている。

この実施形態によれば、固定子 2Y と可動子 1Y との間に作用する磁気吸引力がキャンセルされるため、可動子 1Y の保持が容易になる。

【 0 0 4 8 】

次に、図 8 は本発明の第 4 実施形態であり、請求項 5 に記載した発明の実施形

態に対応する。

図 8 において、3 は可動子、30U, 30V, 30W はそれぞれ U, V, W 相可動子片、311, 312 は強磁性体からなるブリッジ、301 はコア、302N は N 極磁極、302S は S 極磁極である。なお、磁極の配列は各相可動子片 30U, 30V, 30W について同一である。

【0 0 4 9】

一方、4 は固定子、40U, 40V, 40W はそれぞれ U, V, W 相固定子片、40U0, 40V0, 40W0 はそれぞれ U, V, W 相コイル、41 は強磁性体からなるブリッジである。この実施形態では、各相固定子片 40U, 40V, 40W の突起は、x 方向に沿って互いに $1/3$ ピッチずつずれている。

すなわち、各相固定子片 40U, 40V, 40W の間で突起が順次ずれている距離は、固定子片の数（これを M（M は 2 以上の整数））とすると、 $M=3$ ）及び間隔 T を用いて表すと、 T/M 、すなわち $T/3$ となる。

また、ブリッジ 41 は強磁性体からなり、各相固定子片 40U, 40V, 40W の端部を磁氣的に一体的に結合している。

【0 0 5 0】

前述の第 1 ～ 第 3 実施形態では各相の磁気回路がそれぞれ独立していたのに対し、この第 4 実施形態ではブリッジ 41 を介して 3 相が磁気回路を共有する構造となっている。

従って、各相固定子片 40U, 40V, 40W は対を形成せずそれぞれ 1 本のみとなり、これに対向する可動子片 30U, 30V, 30W も各相ごとに 1 つとなる。

【0 0 5 1】

図 8 における固定子 4 の各相コイル 40U0, 40V0, 40W0 に、図 6 (a), (b) に示した電圧パルス v_U , v_V , v_W 、あるいは図 6 (c) に示したような連続的で位相差のある電圧（電流 i_U , i_V , i_W ）を印加（通流）することによって、可動子 3 に連続的な推力が発生する。この動作を、図 9 を用いて説明する。なお、図 9 は図 3 と同様な表示方法を採用している。

【0 0 5 2】

固定子 4 と可動子 3 との位置関係が図 9 (a) のようである時に U 相コイル 40

U0に電流 i_U を通流すると、U相において可動子磁極と固定子突起とが揃おうとする力が発生する。このとき、各相の固定子片40U, 40V, 40Wの一端（ブリッジ41）とU相可動子片30Uとは磁氣的に結合されているため、U相固定子片40Uの突起からU相可動子片30Uの磁極へ抜けた磁束は、V相、W相可動子片30V, 30Wの磁極とV相、W相固定子片40V, 40Wの突起を通り、更にブリッジ41を抜けて貫流する。これにより、V相、W相においても可動子3に対する推力が発生する。

【0053】

以上の原理により、可動子3は図9（b）に示す位置に移動する。そこでW相コイル40W0に電流 i_W を通流すれば、同じように推力が発生する。

以下、図9（c）～（f）に示すように、コイルの励磁を順次行うことによって、可動子3が図9（a）に示す位置から丁度突起1ピッチ分動いた位置まで移動する。従って、図9（a）～（f）の操作を繰り返し行うことにより、可動子3には連続的な推力が発生することになる。

【0054】

この実施形態によれば、可動子片、固定子片とも各相1つずつで良いため、構造の簡単化と小型化が可能であると共に、3相以上の任意の相数について実現可能である。

【0055】

なお、上記説明では可動子の各可動子片の磁極位置をx方向に関して揃え、かつ固定子の各固定子片の突起の位置をずらす構成を想定しているが、例えば各可動子片の磁極位置をずらし、各固定子片の突起位置をずらしたり、あるいは、可動子、固定子両方にてそれぞれの片の位置をずらす等の方法をとっても、本質的に同様の効果を得ることができる。

【0056】

次に、図10は本発明の第5実施形態であり、請求項6に記載した発明の実施形態に相当する。

前記第1～4実施形態のアクチュエータにおいて、可動子片はx方向に沿ってN極、S極の磁極が交互に現れる構成であれば、どのようなものでも機能する。

図10は上記の観点から形成された可動子の一例であり、コアCの下表面に永

久磁石PMをN極、S極交互に張り付けて構成されている。

【0057】

図11は本発明の第6実施形態であり、請求項7に記載した発明の実施形態に相当する。この実施形態は、各固定子片を磁気結合するブリッジ及びコイルを、各固定子片の他端にも設けたものである。

図11において、200AはA相固定子片対であり、図1におけるA相固定子片対20Aに相当する。このA相固定子片対200Aは、図1と同様に磁性体からなるA相固定子片20A1、20A2を有し、これらの一端が強磁性体からなるブリッジ20A3によって磁氣的に結合されているが、本実施形態では更に、A相固定子片20A1、20A2の他端も強磁性体からなるブリッジ20A5によって磁氣的に結合されている。

20A0、20A4はブリッジ20A3、20A5の各中央部に巻回されたコイルであり、各コイル中心軸に白抜き矢印で示すように、コイル20A0、20A4の作る起磁力は互いに逆極性となっている。具体的には、コイル20A0、20A4の巻数を等しくし、極性を反転させて同じ大きさの電流を流せば良い。

【0058】

図示されていないが、B相固定子片対についても、A相固定子片20A1、20A2の突起に対してx方向に1/4ピッチずれている点を除けば、A相固定子片対200Aと同様に構成される。

なお、可動子の構成は図1と同様である。

この実施形態のように各固定子片を磁氣的に結合するブリッジ及びコイルを各固定子片の他端にも設ける着想は、図5、図7の実施形態にも適用可能である。

【0059】

図1、図5等の実施形態のようにブリッジ及びコイルが一方だけにあると、コイルから見た固定子片の磁気抵抗が、可動子がコイルに近いときは小さく、遠いときには大きくなるため、推力と電流との関係、及びコイルのインダクタンスが、可動子の位置によって変わってしまう。このため、固定子が長い場合には安定な動作が得られない場合がある。

そこで本実施形態では、各固定子片を磁気結合するブリッジ及びコイルを、各

固定子片の両端に配置することにより、コイルに対する可動子位置の影響を相殺し、安定な動作が得られるようにしたものである。

【 0 0 6 0 】

図 1 2 は本発明の第 7 実施形態であり、第 6 実施形態と同様に請求項 7 に記載した発明の実施形態に相当する。この実施形態も、各固定子片を磁気結合するブリッジ及びコイルを、各固定子片の他端にも設けたものである。

図 1 2 において、4 0 0 は固定子であり、図 8 における固定子 4 に相当する。この固定子 4 0 0 は、図 8 と同様に磁性体からなる固定子片 4 0 U, 4 0 V, 4 0 W を有し、これらの一端が強磁性体からなるブリッジ 4 1 によって磁氣的に結合されているが、本実施形態では更に、固定子片 4 0 U, 4 0 V, 4 0 W の他端も磁性体からなるブリッジ 4 2 によって磁氣的に結合されている。

【 0 0 6 1 】

4 0 U 0, 4 0 V 0, 4 0 W 0, 4 0 U 1, 4 0 V 1, 4 0 W 1 はブリッジ 4 1, 4 2 に巻回されたコイルであり、各コイル中心軸に白抜き矢印で示すように、各固定子片 4 0 U, 4 0 V, 4 0 W の両端のコイルが作る起磁力は互いに逆極性となっている。具体的には、それぞれ両端のコイルの巻数を等しくし、極性を反転させて同じ大きさの電流を流せば良い。

なお、可動子の構成は図 8 と同様である。

【 0 0 6 2 】

この実施形態においても、第 6 実施形態と同様に、コイルに対する可動子位置の影響を相殺し、安定な動作を得ることができる。

【 0 0 6 3 】

図 1 3 は本発明の第 8 実施形態であり、請求項 8 及び請求項 9 に記載した発明の実施形態に相当する。この実施形態は、固定子片の突起間のスロットにセンサコイル 5 を巻回し、このセンサコイル 5 の上方を可動子が通過するとセンサコイル 5 のインダクタンスが変化することを利用して可動子の絶対位置を検出するものである。また、上記センサコイル 5 は、固定子のブリッジに巻回された可動子駆動用コイルの一部によって構成することができる。

【 0 0 6 4 】

図 1 3 において、2 0 A は図 1 と同様に A 相固定子片対であり、この実施形態では A 相固定子片 2 0 A 1 の突起間のスロットにセンサコイル 5 が巻回されている。センサコイル 5 の位置は図示例に限定されず、また、他方の A 相固定子片 2 0 A 2 のスロットに巻回しても良い。

【 0 0 6 5 】

可動子がセンサコイル 5 の上方に移動すると、突起間の磁気抵抗が下がり、センサコイル 5 のインダクタンスが増加する。センサコイル 5 のインダクタンスの変化は、例えばセンサコイル 5 に微弱な交流電流を通流（あるいは、交流電圧を印加）したときの端子電圧（同じく電流）を観測することで容易に検出可能である。

これにより、センサコイル 5 をいわゆる「位置決めの原点」として用いることができるため、追加的な位置センサ無しで可動子を簡易に位置決めすることができる。また、例えば固定子片の両端にセンサコイル 5 をそれぞれ配置することにより、可動子のオーバーランを防ぐ、いわゆるリミットスイッチとして使用することも可能である。

【 0 0 6 6 】

なお、図 1 3 に 5 1 として示した結線を行うことにより、固定子のブリッジに巻回された可動子駆動用のコイル、例えば 2 0 A 0 の一部を、上記センサコイル 5 として流用することもできる。

この実施形態のように可動子の絶対位置を検出するセンサコイルを固定子に設ける着想は、図 5，図 7，図 8，図 1 1，図 1 2 の各実施形態にも適用可能である。

【 0 0 6 7 】

次に、図 1 4 は本発明の第 9 実施形態であり、請求項 1 0 に記載した発明の実施形態に相当する。

固定子片の x 方向には磁束が交番して渦電流損が発生するため、図 1 4 に示す如く固定子片を y 軸方向に積層する鋼板によって構成することにより、渦電流損を低減することができる。

【 0 0 6 8 】

また、図 1 5 は本発明の第 1 0 実施形態であり、請求項 1 1 に記載した発明の実施形態に相当する。

この実施形態は、固定子ブリッジにおける渦電流損を低減するため、ブリッジを積層鋼板によって構成したものである。その場合の積層方向としては、 z 軸方向が最も製作容易である。

なお、図 1 5 の例では、前記第 9 実施形態に従って固定子片についても鋼板を y 方向に積層してある。

【 0 0 6 9 】

図 1 4 や図 1 5 のように、固定子片やそのブリッジを積層鋼板によって構成する着想は、図 5，図 7，図 8，図 1 1 ～図 1 3 の各実施形態にも適用可能である。

【 0 0 7 0 】

以上、本発明の種々の実施形態について説明した。

各実施形態では、磁極を有する側を可動子、コイル及び突起を有する側を固定子としたが、可動子と固定子との関係は相対的なものであり、コイルの配線や重量等の点で支障がなければ、磁極を有する側を固定子、コイル及び突起を有する側を可動子としても良い。その場合でも、可動子側のコイルを可動子片の端部に集中的に巻回することにより、可動子の長手方向に沿って多数のコイルを配置する必要がなくなり、冷却構造の容易化、可動範囲の拡大が可能である。

【 0 0 7 1 】

前述した各実施形態では、可動子片において N 極と S 極とが交互に配置されている構成について説明した。しかしながら、本発明はこれに限定されるものではなく、可動子片の磁極が 1 つ以上の N 極及び S 極からなり、かつ、前記 N 極及び S 極の何れかに前記突起と正対する磁極があるときに、当該磁極に隣接する他極性の磁極の固定子片対向面の全部または一部が突起相互間の溝部に対向するように配置されていれば良いので、以下に述べるような各種の構造が考えられる。

【 0 0 7 2 】

これを図 1 6 に基づいて説明する。まず、図 1 6 (a) は前述した各実施形態のように可動子片に N 極と S 極とが交互に配置されている例である。この図 1 6

(a) においてN極、S極のうち幾つかを除去し、例えば図16(b)のような構成にした場合、N極群は固定子片の突起に対向して偏在し、S極群は突起相互間の溝部に対向して偏在するため、可動子片の推力は図16(a)の場合に比べて減少するものの、動作上、特に支障はない。

更に、図16(c)のように可動子片のコアの中央部に永久磁石を嵌め込み、コアの歯部を磁極として用いることもできる。このように複数の磁極をコアの歯部によって置き換え、1つまたは少数の永久磁石をコアに嵌め込んで元の複数の永久磁石と同等の機能を持たせる構成は、いわゆるハイブリッド形ステッピングモータにおいて広く実用化されている。

【0073】

また、前述した各実施形態では、図16(a)のように固定子側の突起の間隔 T と可動子側の磁極のピッチ P とが等しい場合($P=T$)について説明したが、これらは原理的には $P/2 < T < 2P$ の範囲で設定可能である。すなわち、 $T \neq P$ の場合でも、N極及びS極のうち一方に固定子片の突起に正対する磁極があるときに、当該磁極に隣接する他極性の磁極の固定子片対向面の全部または一部が突起相互間の溝部に対向するように配置されていれば良い。

図16(d)は $P > T$ の場合であって、可動子片のほぼ中央のN極が固定子片の突起に正対し、当該N極に隣接するS極の固定子片対向面の大部分が突起相互間の溝部に対向している例である。この場合、個々の磁極が突起と揃おうとする力が分散するので、可動子片の推力は若干低下するが、コギングトルクを大幅に低減させることができる。

【0074】

更に各実施形態では、突起及び磁極とも、各々の長手方向が可動子の移動方向(x方向)に対して垂直である場合につき説明したが、突起及び磁極の一方または両方をわずかにスキューさせることによっても、コギングトルクを低減することができる。

また、各実施形態では示されていないが、可動子位置を検出するセンサを設け、これによって得られる可動子の位置情報を用いてフィードバック制御系を構成すれば、可動子位置を高精度に制御することができる。

【 0 0 7 5 】

【発明の効果】

以上詳述したように本発明によれば、可動子や固定子の全範囲にコイルを配置する必要がなく、一方の部材、例えば固定子の長手方向の端部に集中的にコイルを巻回することにより、冷却を容易にして冷却、放熱構造の簡素化を達成することができる。また、可動子側にコイルを設けない構造にできるため、可動子の可動範囲を長くすることができ、安価で実用的なりニアアクチュエータを構成することが可能である。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の第 1 実施形態を示す図である。

【図 2】

第 1 実施形態におけるコイルへの印加電圧、電流の説明図である。

【図 3】

第 1 実施形態の動作説明図である。

【図 4】

請求項 3 に記載した発明の概念図である。

【図 5】

本発明の第 2 実施形態を示す図である。

【図 6】

第 2 実施形態におけるコイルへの印加電圧、電流の説明図である。

【図 7】

本発明の第 3 実施形態を示す図である。

【図 8】

本発明の第 4 実施形態を示す図である。

【図 9】

第 4 実施形態の動作説明図である。

【図 1 0】

本発明の第 5 実施形態を示す図である。

【図 1 1】

本発明の第 6 実施形態を示す図である。

【図 1 2】

本発明の第 7 実施形態を示す図である。

【図 1 3】

本発明の第 8 実施形態を示す図である。

【図 1 4】

本発明の第 9 実施形態を示す図である。

【図 1 5】

本発明の第 1 0 実施形態を示す図である。

【図 1 6】

本発明における可動子片の磁極と固定子片の突起との位置関係を示す模式図である。

【図 1 7】

第 1 の従来技術を示す図である。

【図 1 8】

第 2 の従来技術を示す図である。

【符号の説明】

- 1, 1 X, 1 Y 可動子
- 10A A 相可動子片対
- 10B B 相可動子片対
- 10U, 10UY U 相可動子片対
- 10V, 10VY V 相可動子片対
- 10W, 10WY W 相可動子片対
- 11 可動子スペーサ
- 10A0 A 相可動子片ブリッジ
- 10A1, 10A2 A 相可動子片
- 10B0 B 相可動子片ブリッジ
- 10B1, 10B2 B 相可動子片

10WY1, 10WY2 W相可動子片
 101 固定子片コア
 102N N極磁極
 102S S極磁極
 2, 2 X, 2 Y 固定子
 20A, 200A A相固定子片対
 20B B相固定子片対
 20U, 20UY U相固定子片対
 20V, 20VY V相固定子片対
 20W, 20WY W相固定子片対
 20A0, 20A4 A相コイル
 20A1, 20A2 A相固定子片
 20A3, 20A5 A相固定子片ブリッジ
 20B0 B相コイル
 20B1, 20B2 B相固定子片
 20B3 B相固定子片ブリッジ
 20U0, 20UY0 U相コイル
 20V0, 20VY0 V相コイル
 20W0, 20WY0 W相コイル
 201 固定子突起
 3 可動子
 301 可動子片コア
 302N N極磁極
 302S S極磁極
 30U U相可動子片
 30V V相可動子片
 30W W相可動子片
 311, 312 可動子ブリッジ
 4, 400 固定子

40U0, 40U1 U相コイル

40V0, 40V1 V相コイル

40W0, 40W1 W相コイル

40U U相固定子片

40V V相固定子片

40W W相固定子片

41, 42 固定子ブリッジ

5 センサコイル

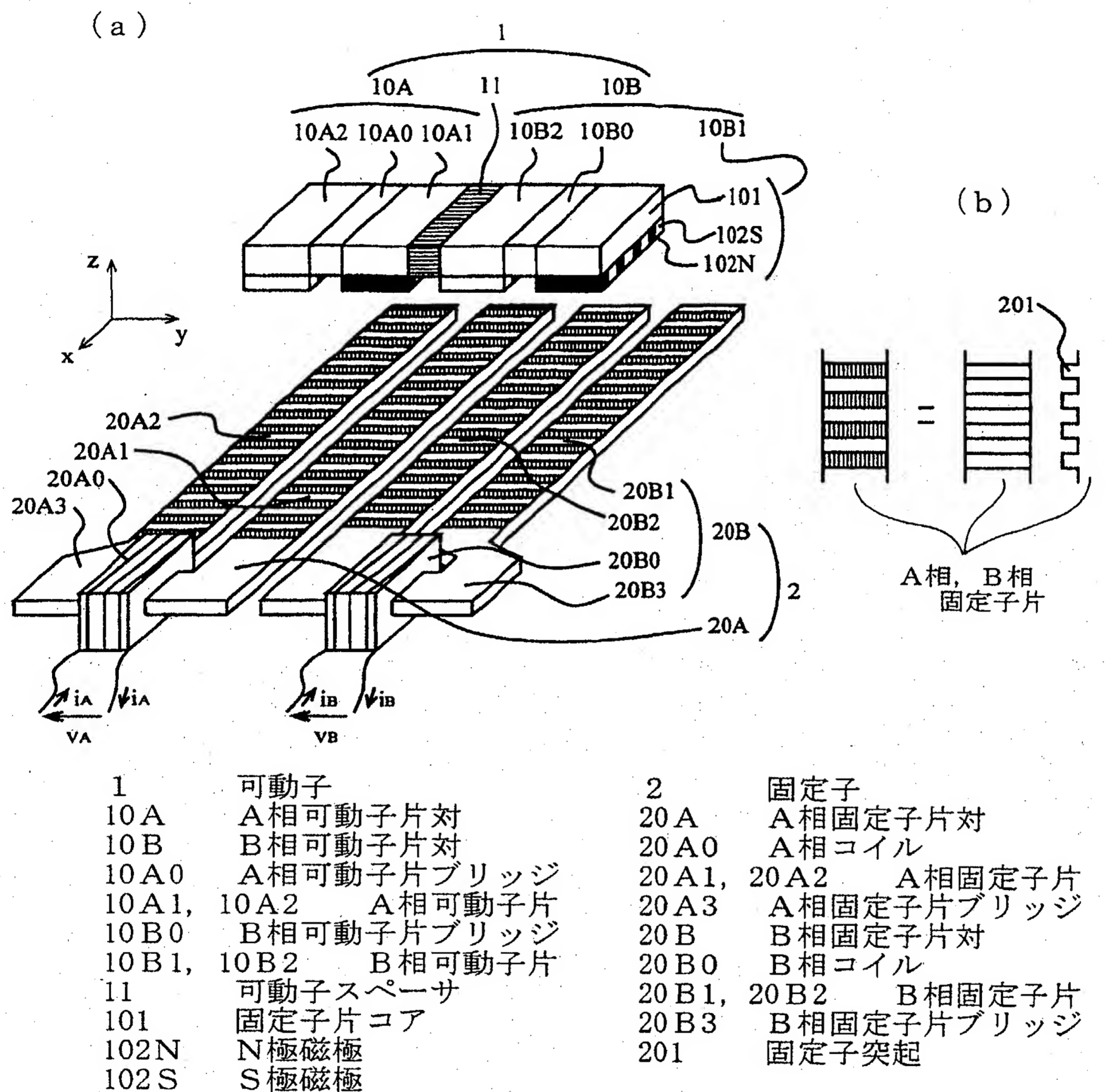
5 1 結線

C コア

PM 永久磁石

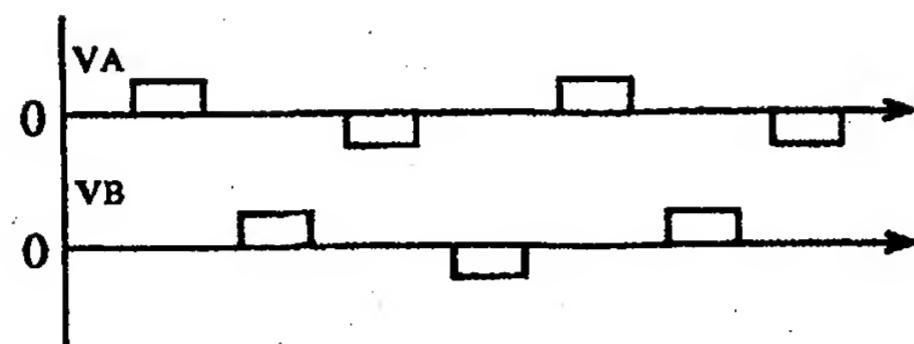
【書類名】 図面

【图 1】

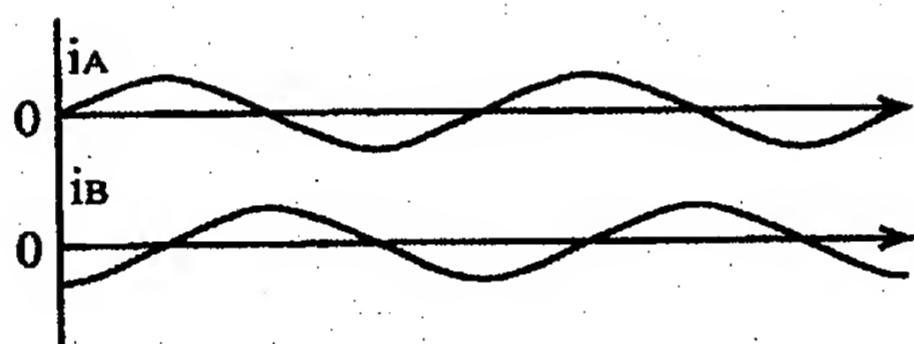


【図 2】

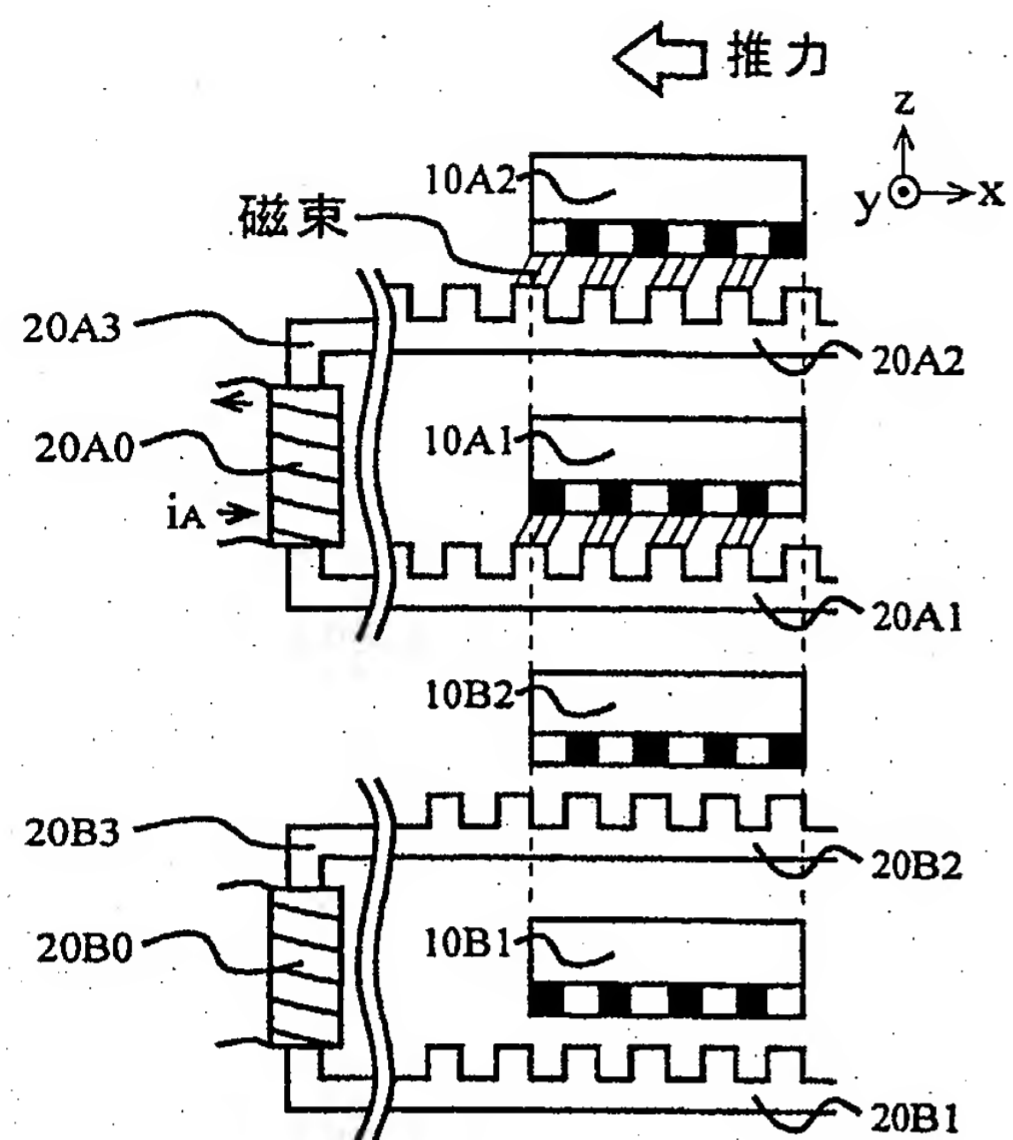
(a)



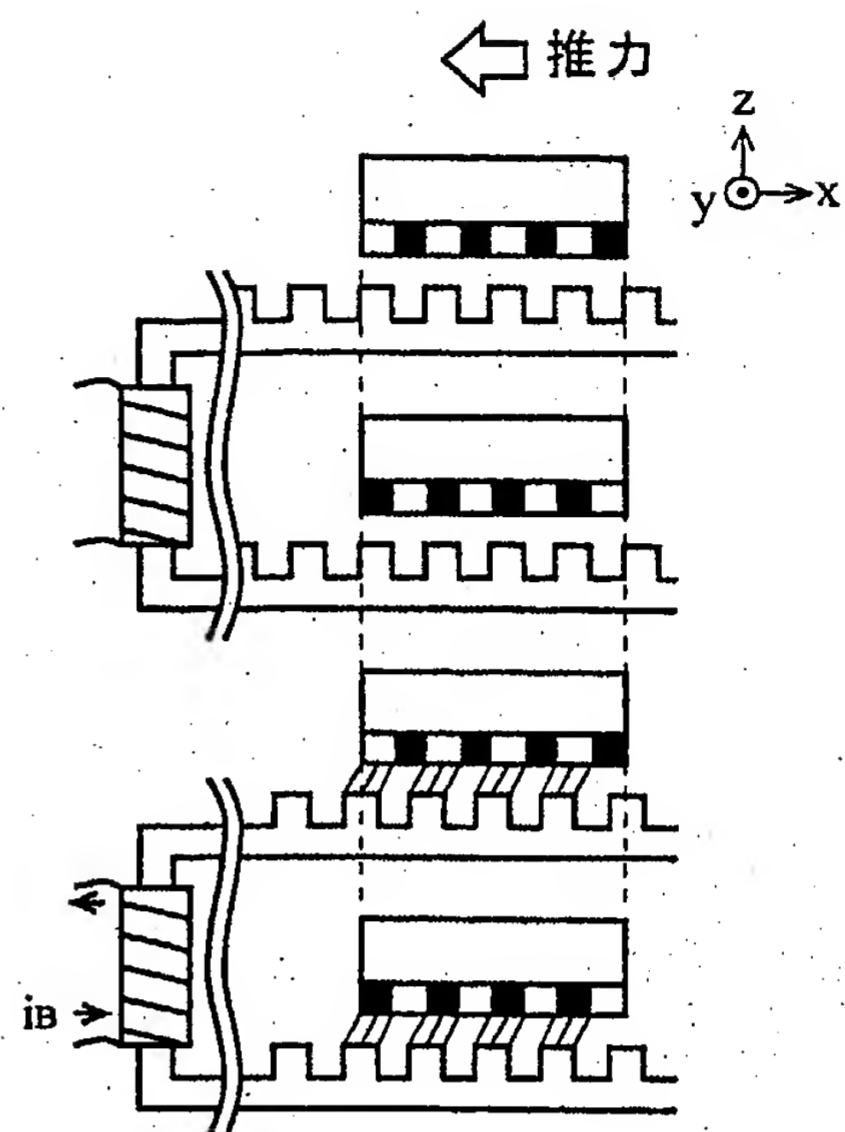
(b)



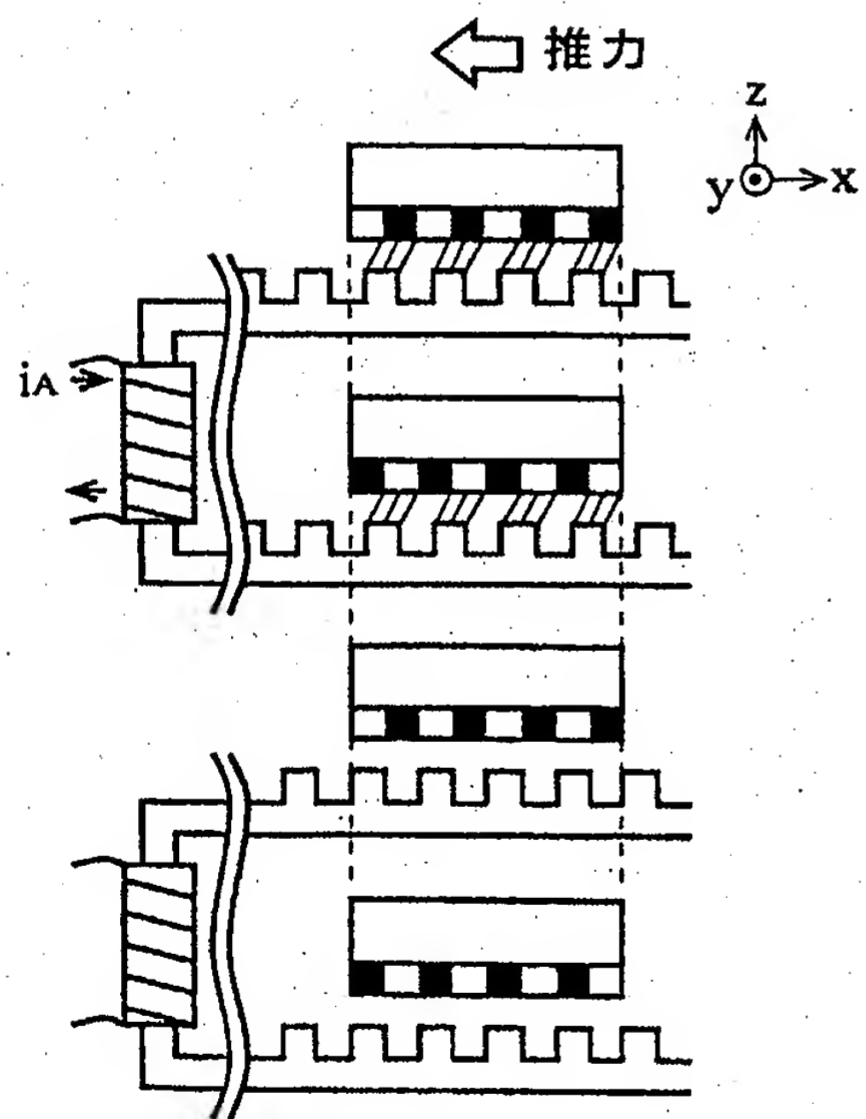
【図 3】



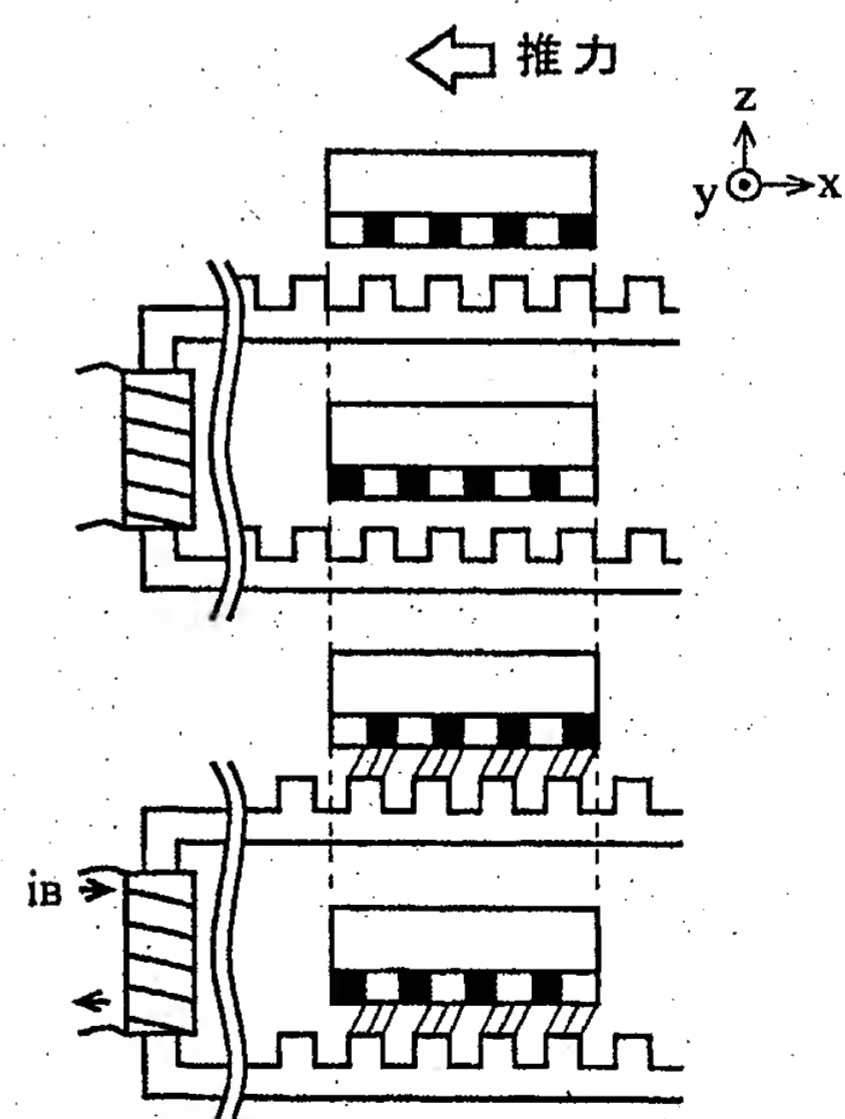
(a)



(b)

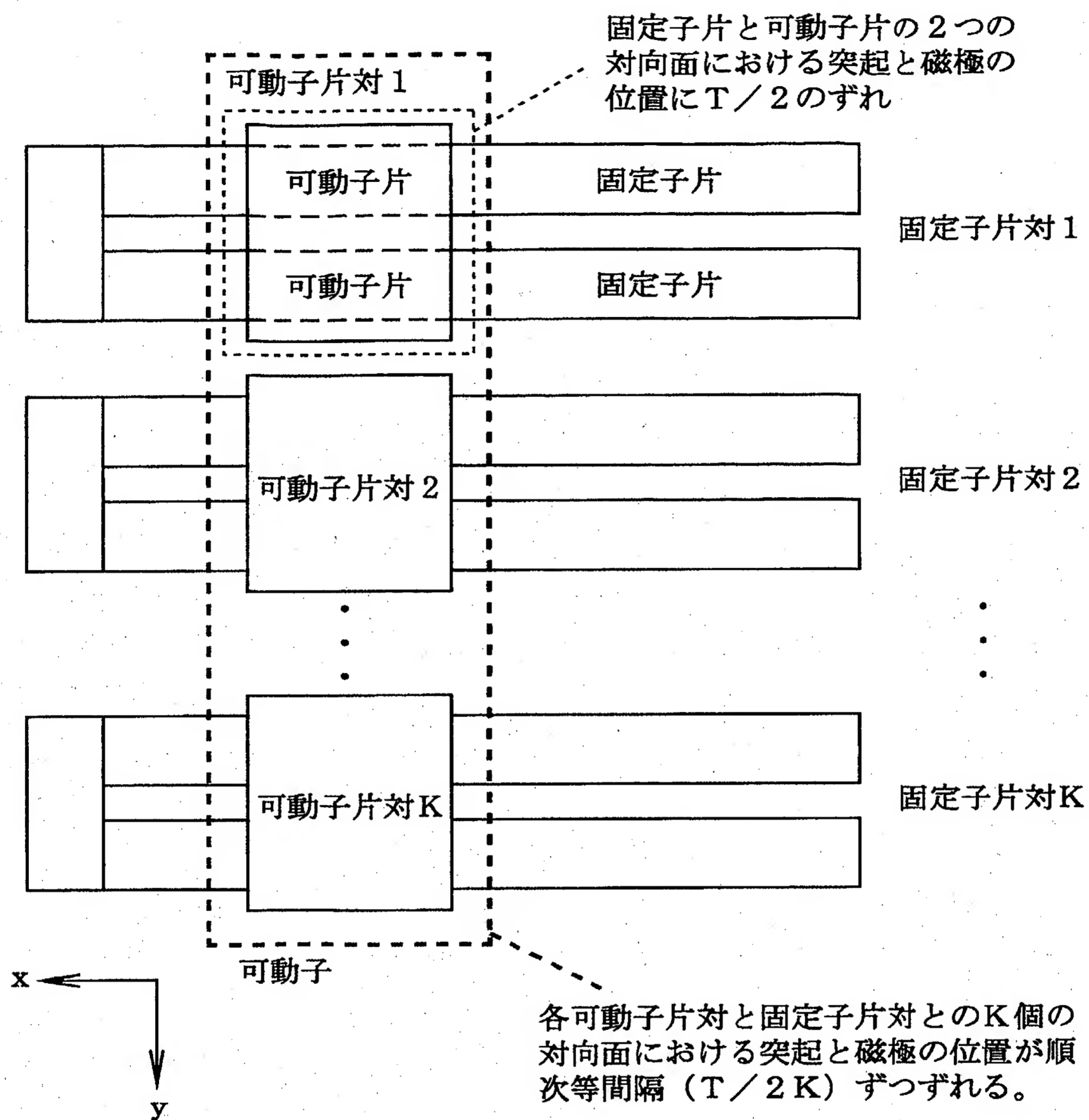


(c)

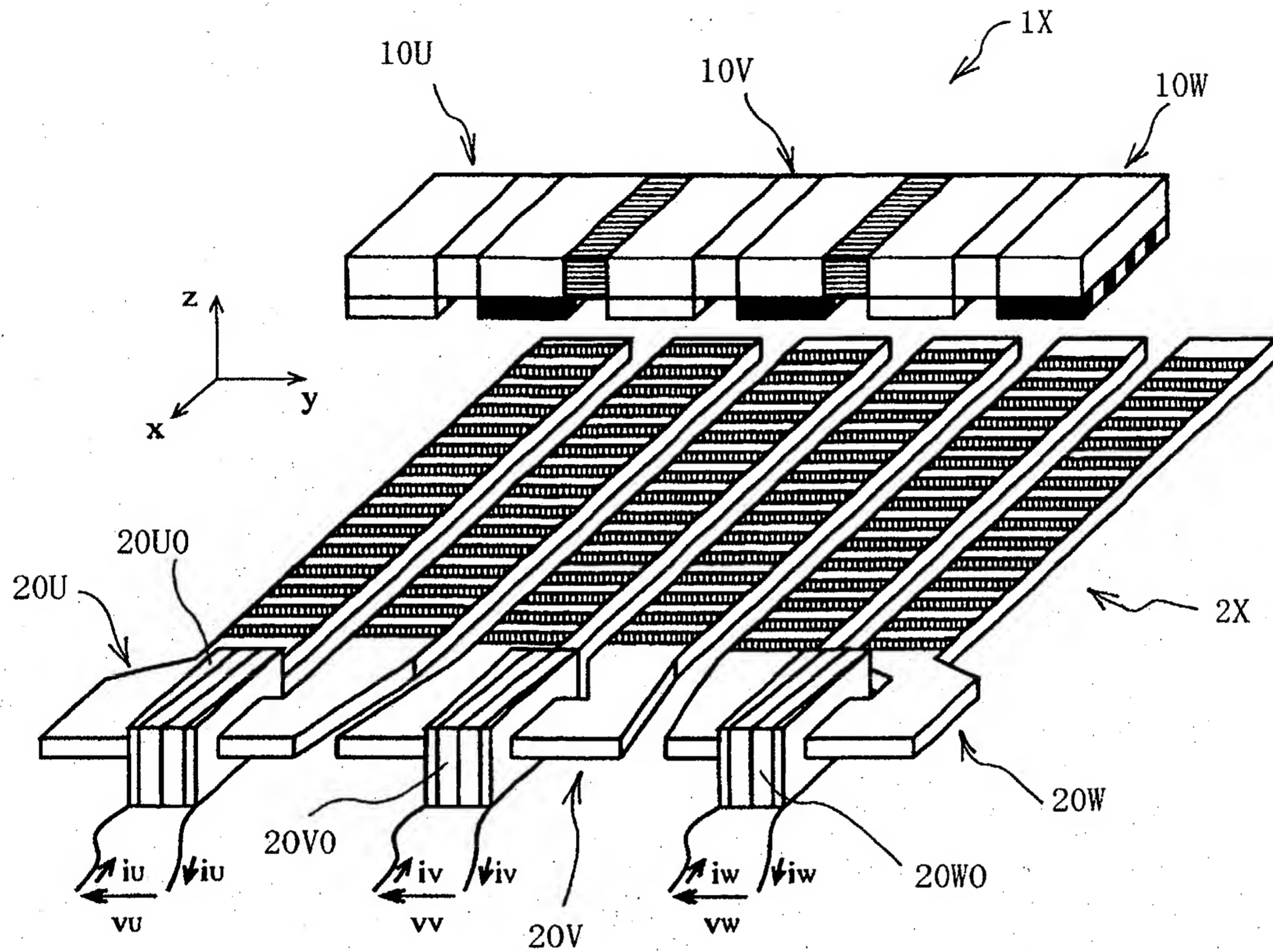


(d)

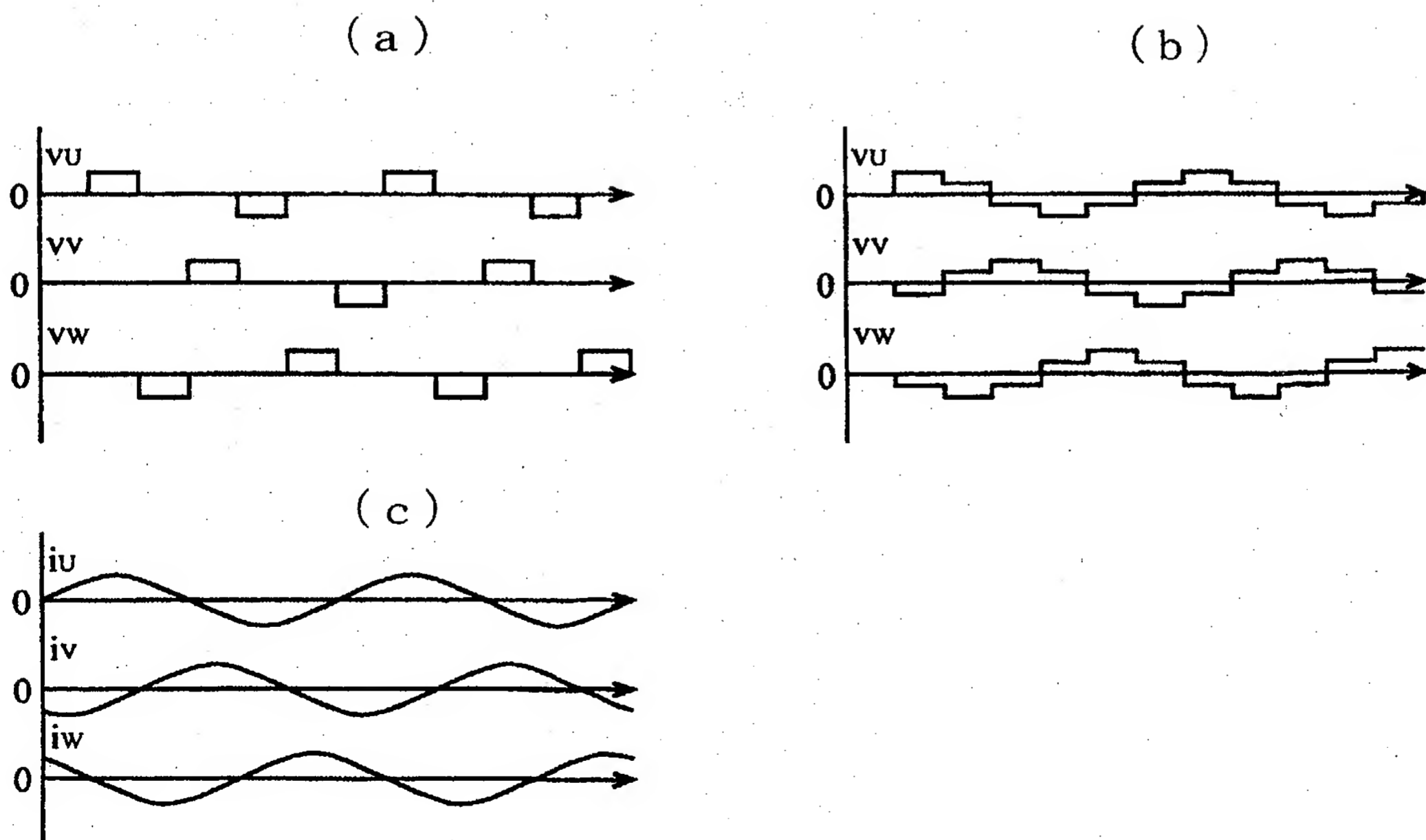
【図 4】



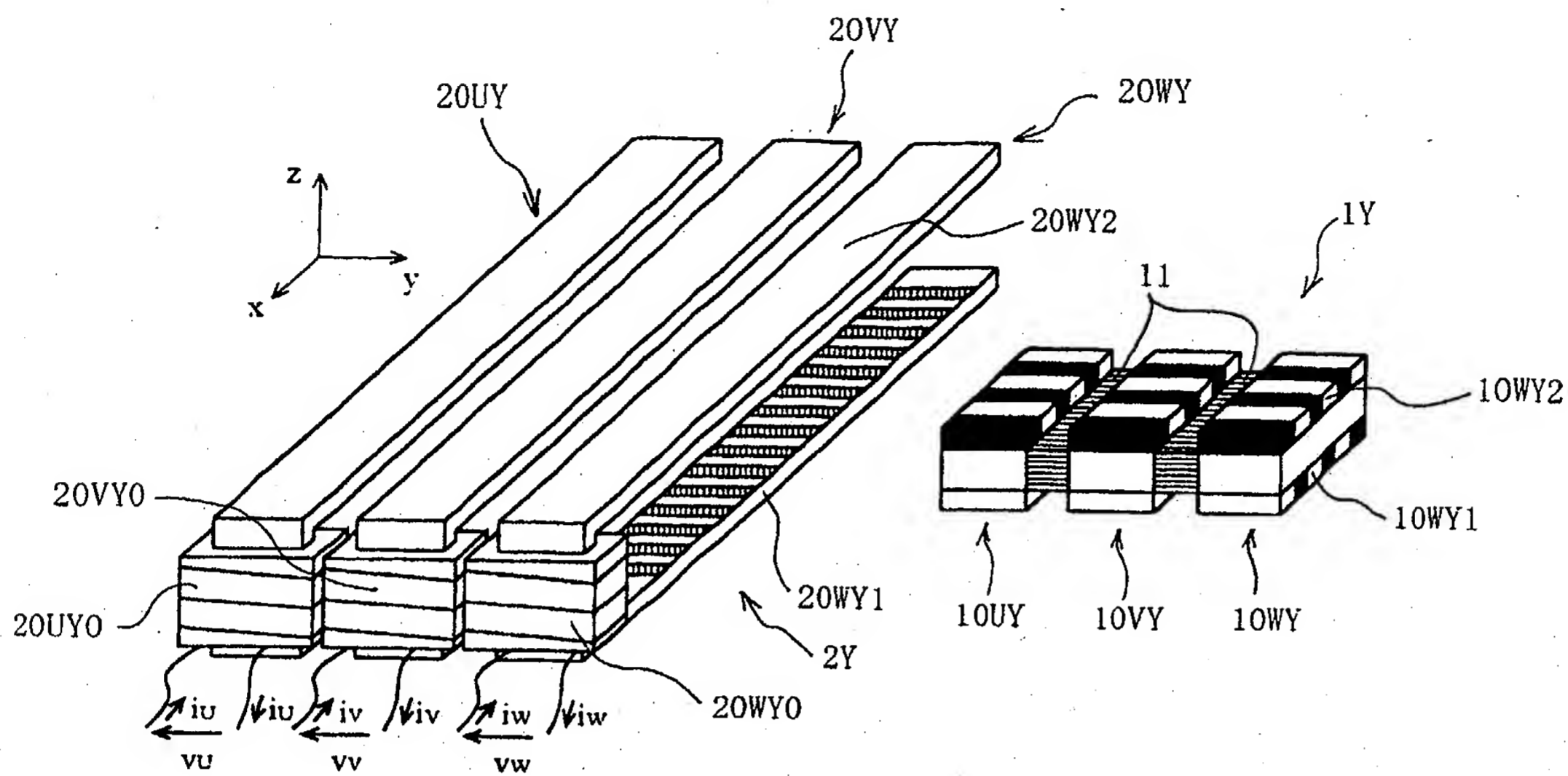
【図 5】



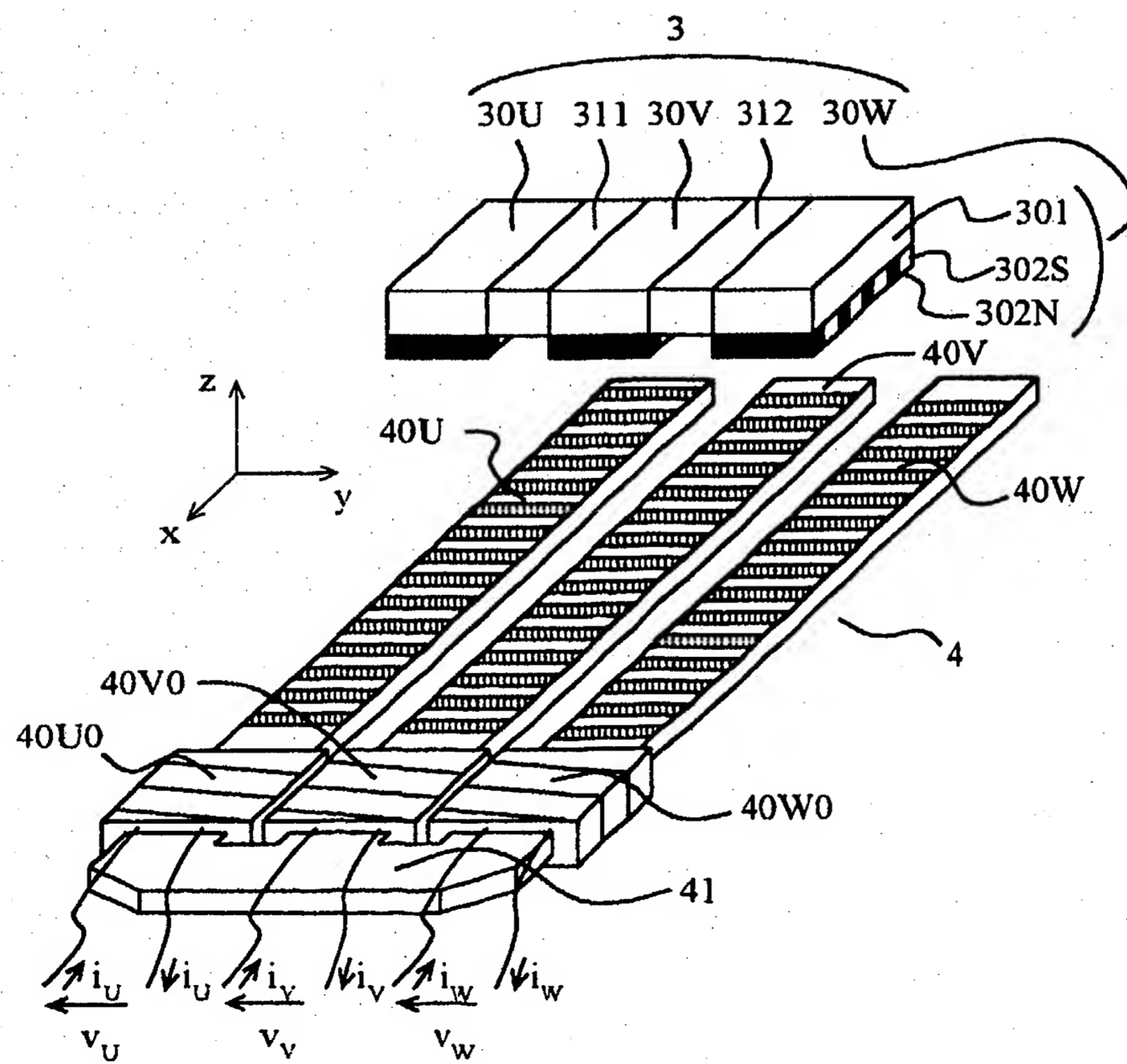
【図 6】



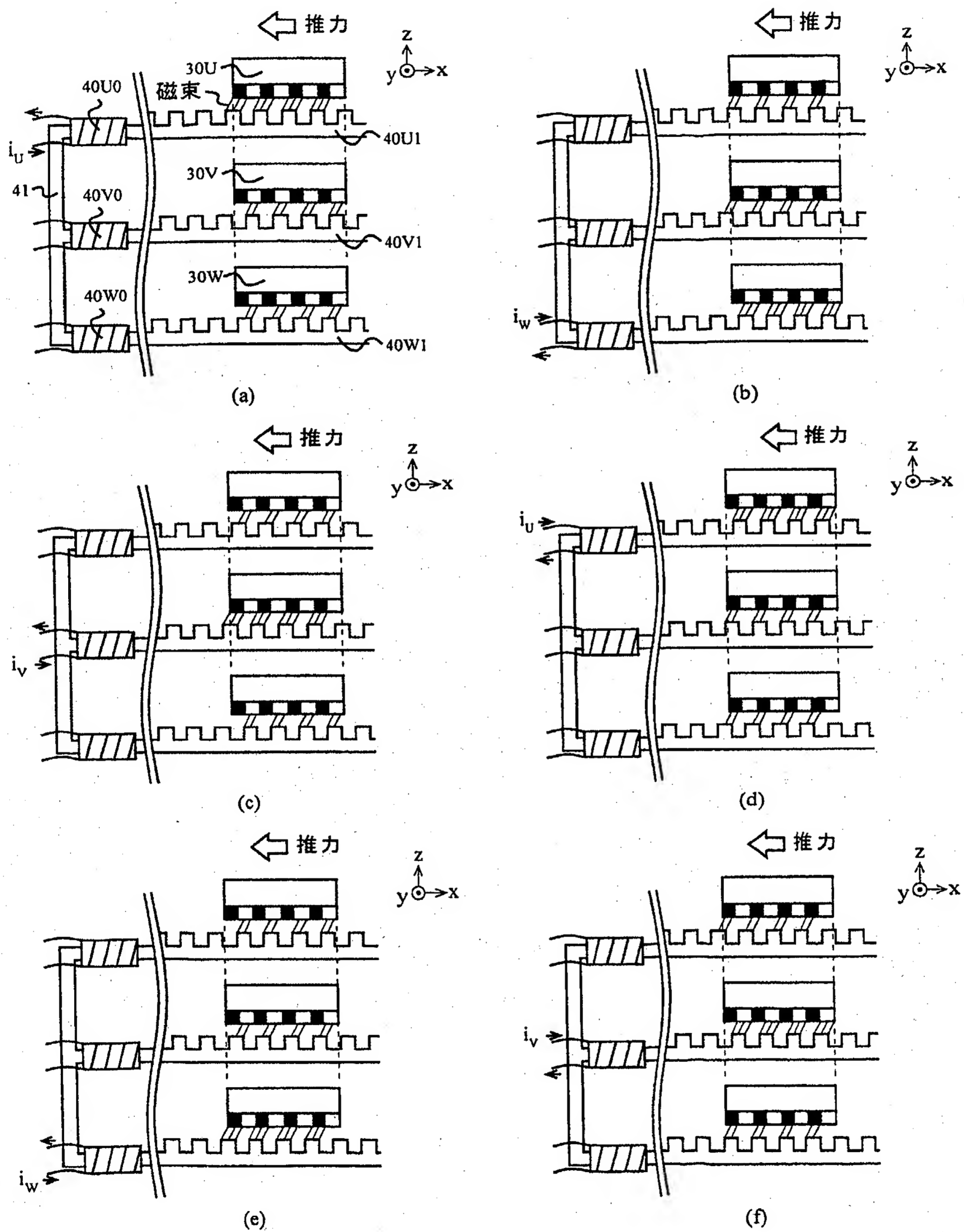
【図 7】



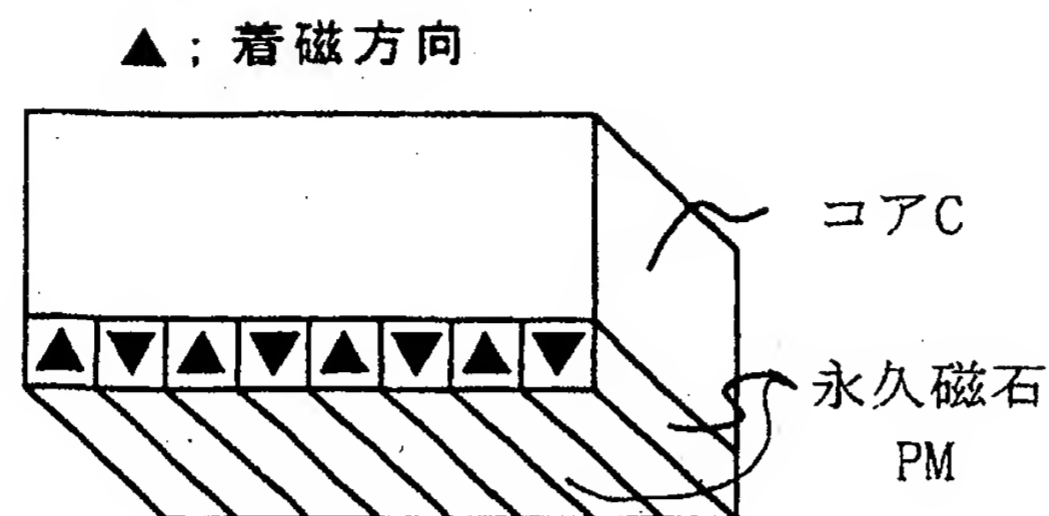
【図 8】



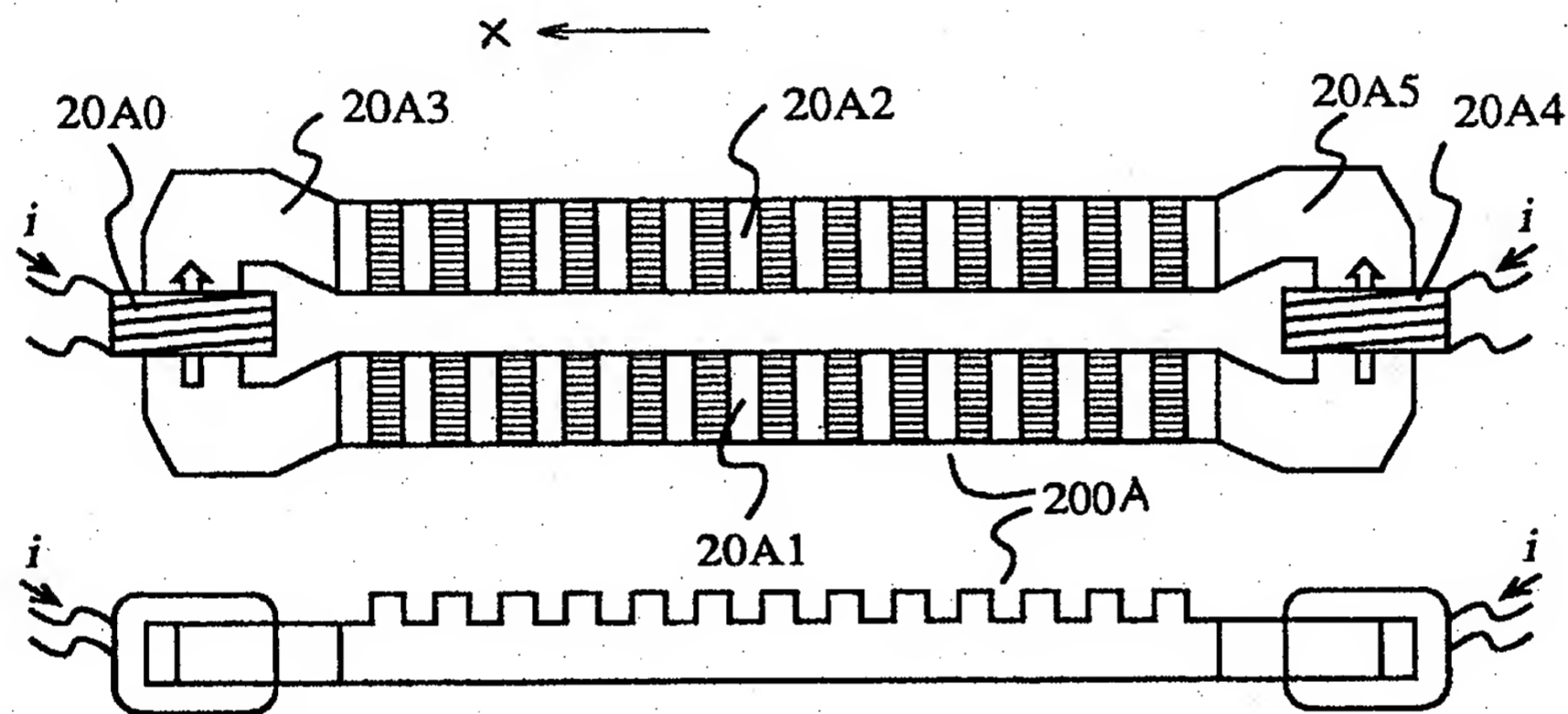
【图 9】



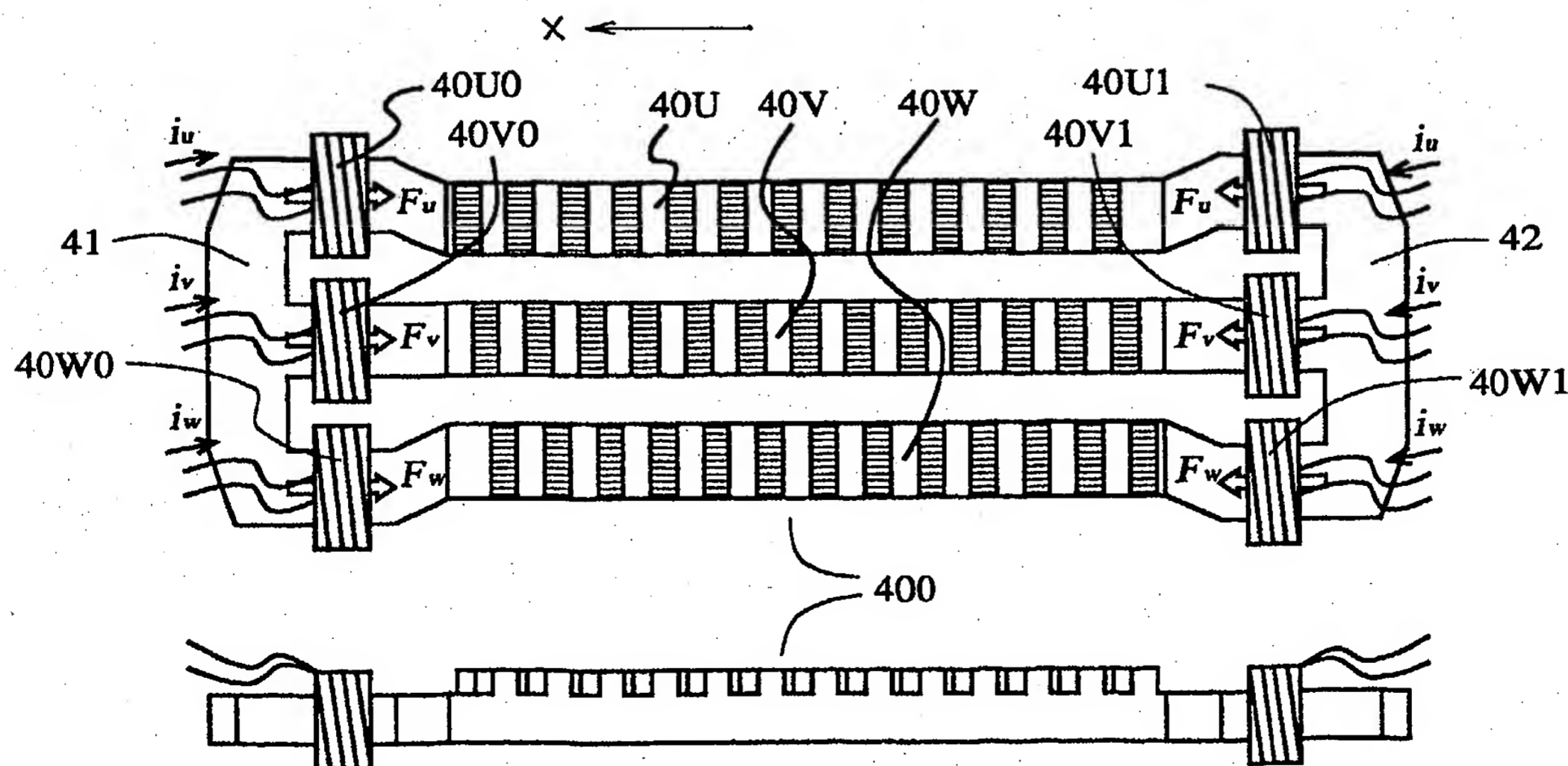
【図 10】



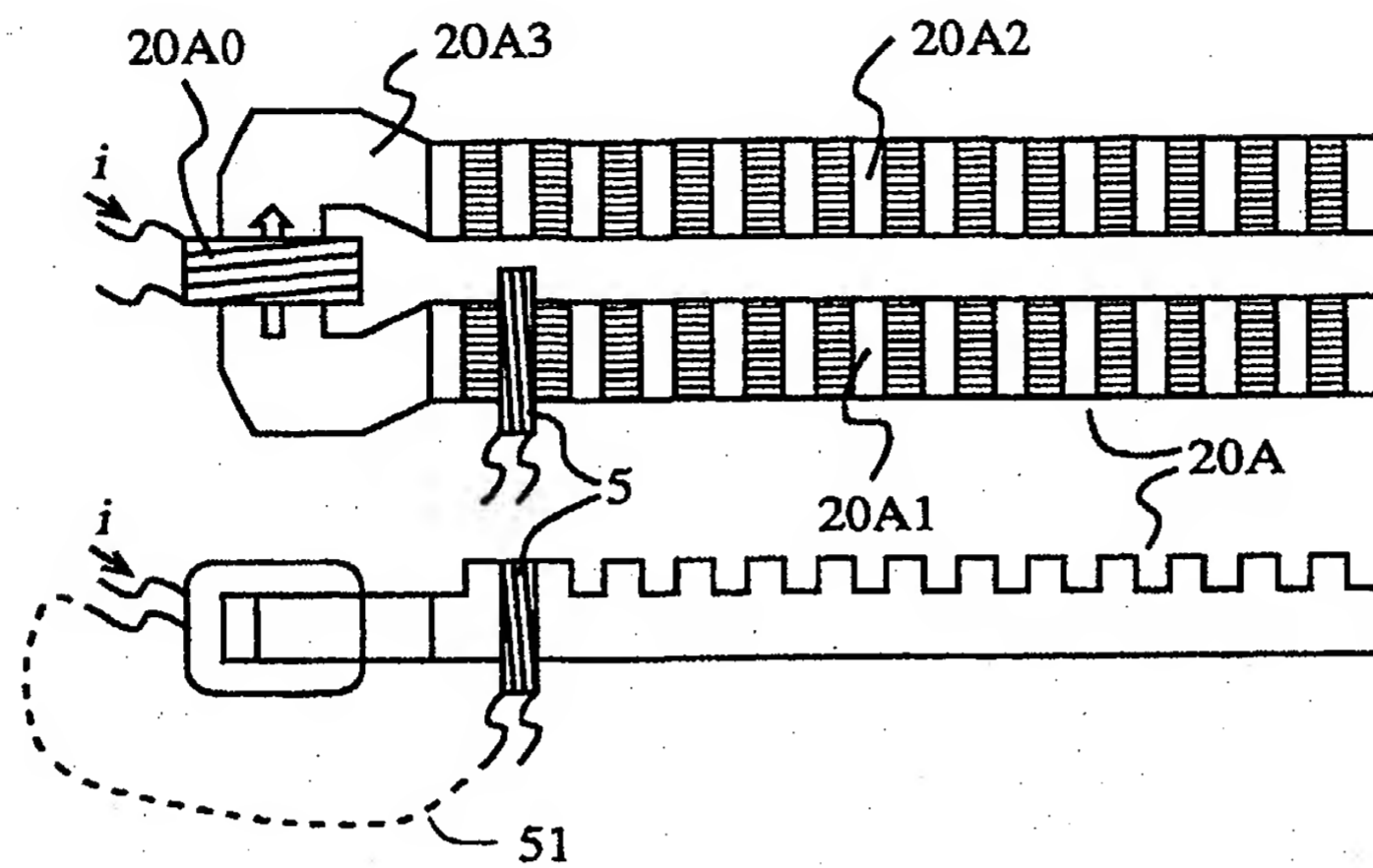
【図 11】



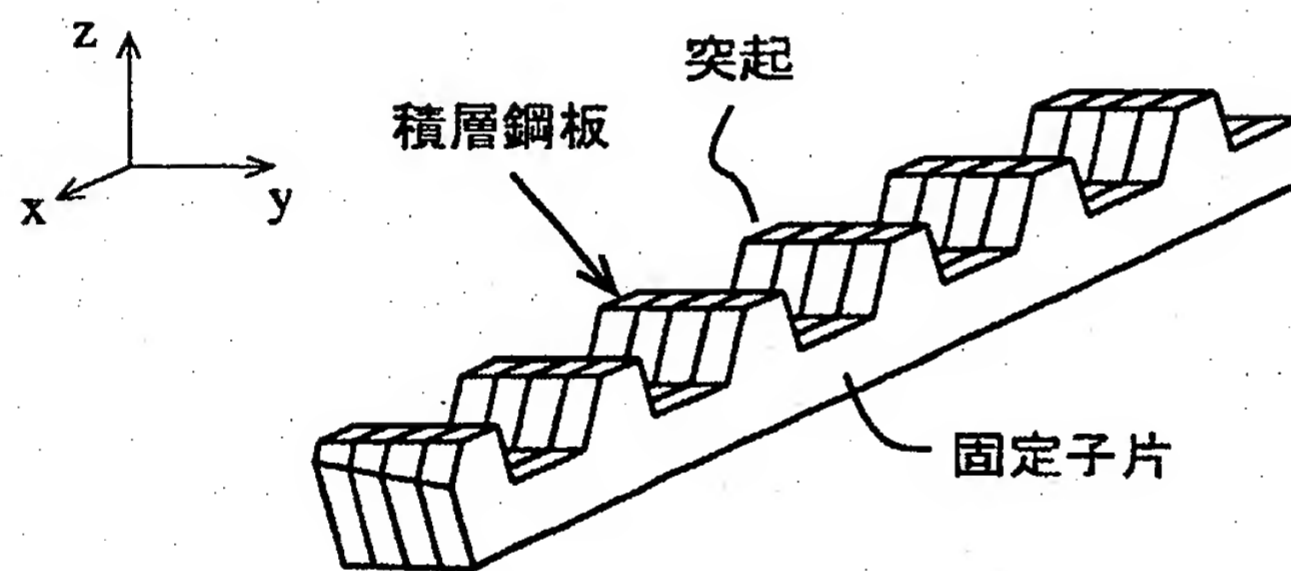
【図 12】



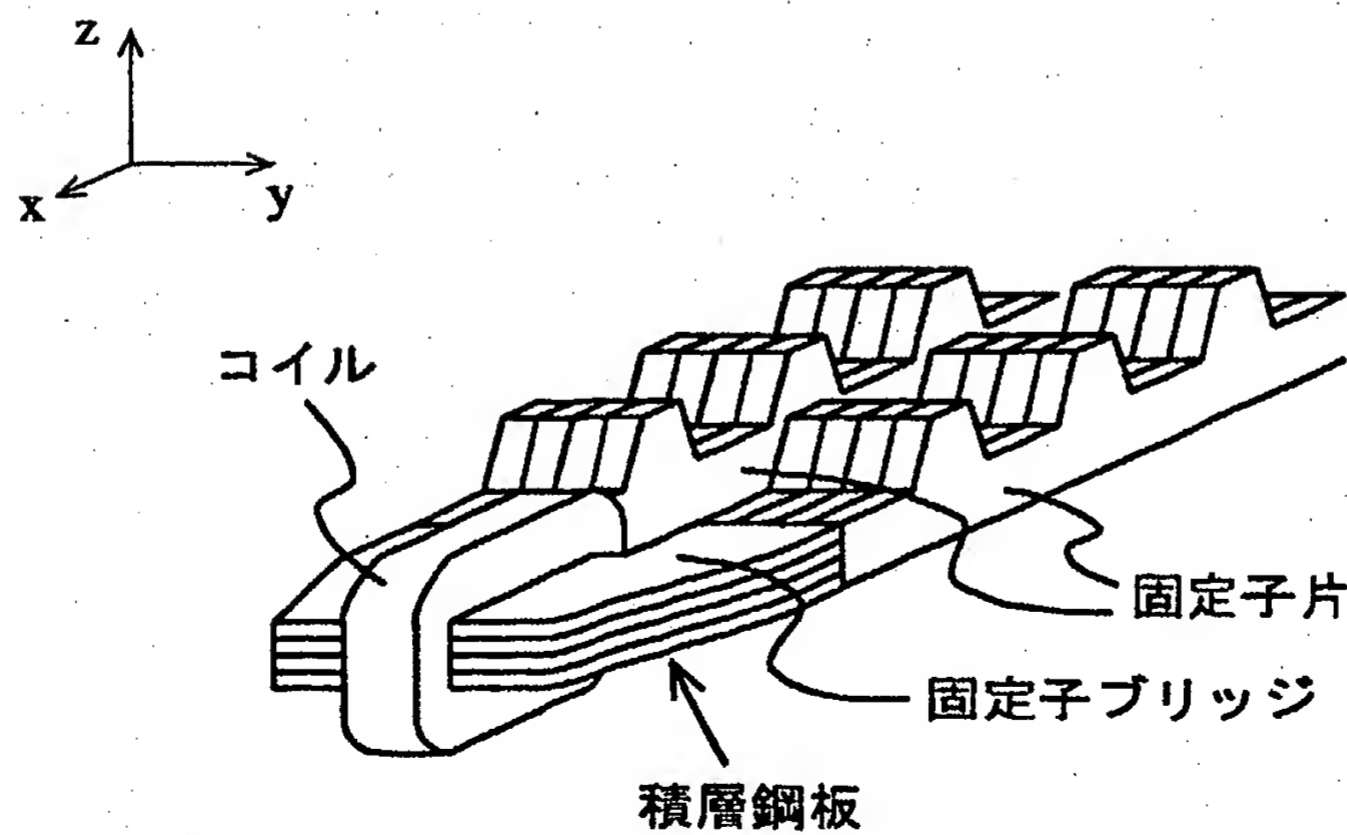
【図 13】



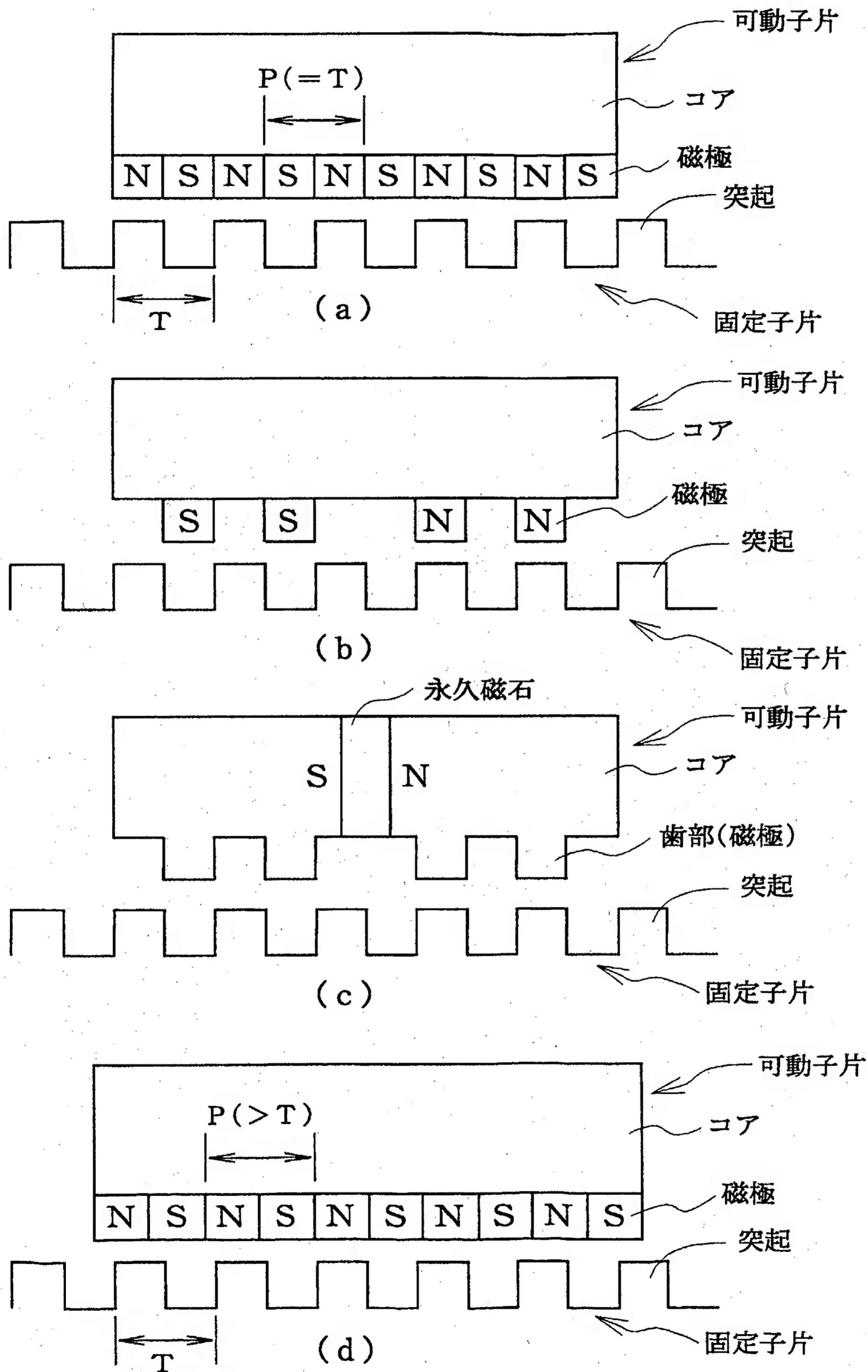
【図 14】



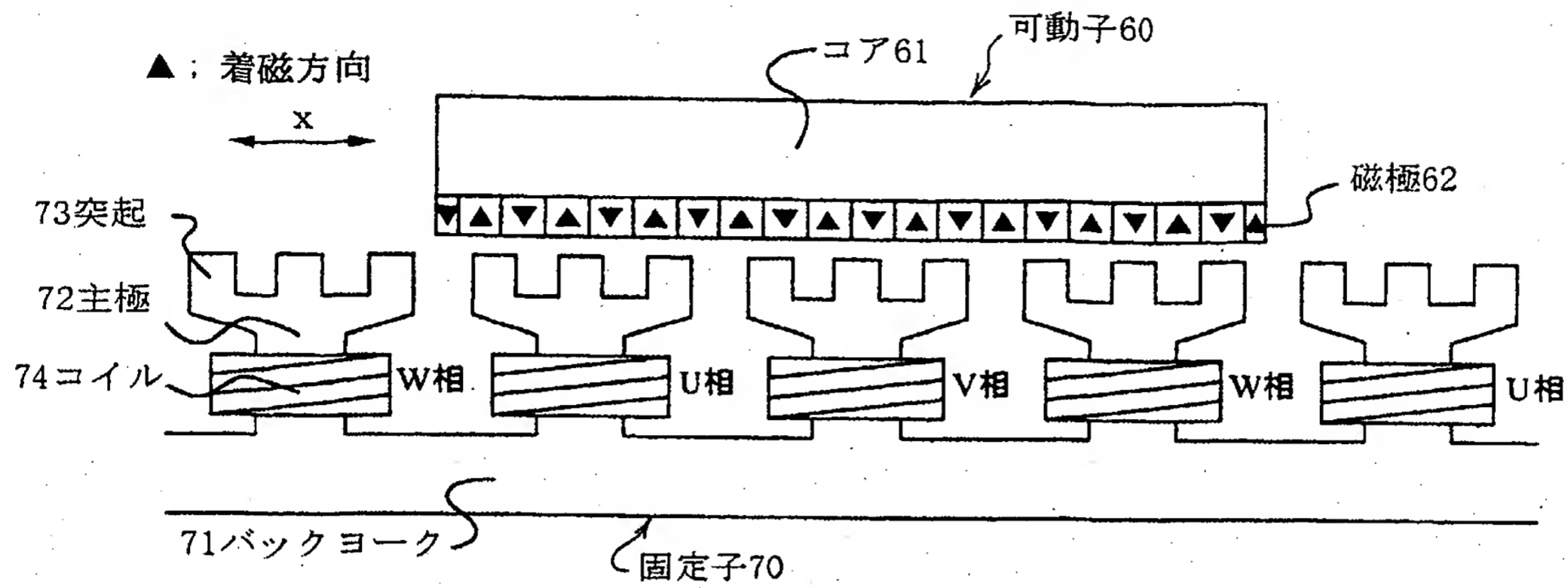
【図 15】



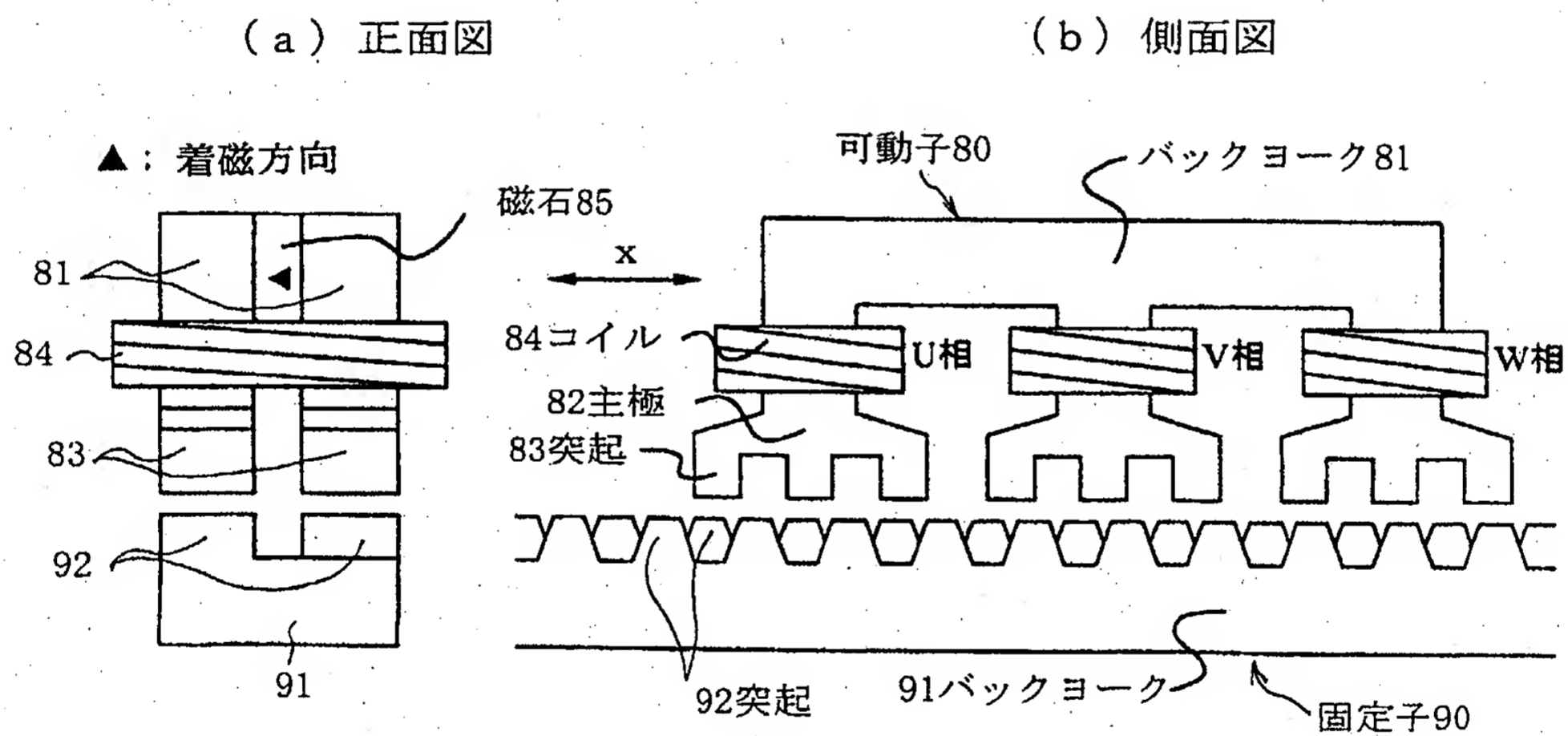
【図 1 6】



【図 1 7】



【図 1 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 可動子の可動範囲を拡張する。コイルの冷却構造を簡素化し、コストを低減する。

【解決手段】 磁性体からなる複数の片の長手方向端部にコイルが集中的に巻回され、このコイルに電流を通流することにより前記複数の片の長手方向に沿って周期的な磁気的変化を生じる第1の部材（固定子2）と、前記第1の部材にほぼ一定距離を隔てて対向配置され、かつ前記複数の片の長手方向に沿ってN極、S極の磁極が交互に配置された第2の部材（可動子1）と、を備える。第1の部材の複数の片の第2の部材との対向面における磁気的変化の分布を互いに異ならせることにより、第2の部材を第1の部材の長手方向に沿って相対的に移動させる。

【選択図】 図1

出願人履歴情報

識別番号 [000005234]

1. 変更年月日 1990年 9月 5日

[変更理由] 新規登録

住 所 神奈川県川崎市川崎区田辺新田1番1号

氏 名 富士電機株式会社